

## 第四节 机械浆的筛选和粗渣处理

### 一、概 述

#### (一) 机械浆的筛选要求

化学制浆能获得均匀尺寸的单纤维，可用平均纤维长度来选择筛孔与孔距；以筛除未蒸解物与非纤维杂质为主，筛选系统比较简单。

机械浆则含有长短粗细不同的纤维组份，除了长短尺寸多数量级的单纤维外，还有少量的纤维束与断块、碎屑等；筛选的主要目的是保留单纤维而将纤维束、断块筛出来送去再磨。图7-4-1是TMP中各种纤维组份与 $\phi 1.8\text{mm}$ 筛孔对比示意图。

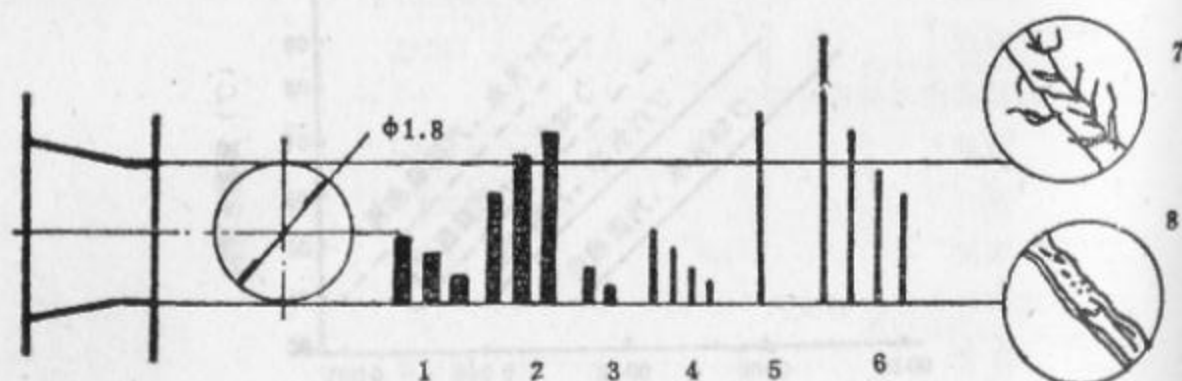


图 7-4-1 TMP的纤维组份(与 $\phi 1.8\text{mm}$ 筛孔比较)

1—断块 2—纤维束 3—小纤维束或碎片 4—低比表面积纤维  
5—束缚型长纤维 6—单根分散型纤维 7—分散型纤维表面放大  
8—束缚型纤维表面放大

一般把纤维束与断块合称为纤维束。两者都宽于  $0.15\text{mm}$ ，但对其长度则有不同划分。如图 7-4-1 是把长度与直径之比小于

3 者称为断块，大于 3 者称为纤维束；把纤维束中宽度在  $0.075 \sim 0.15\text{mm}$  之间者称为小纤维束或碎片。但通常是把长于  $3\text{mm}$  者称为纤维束，短于  $3\text{mm}$  称为断块，后者多数是由于在过低的温度下被磨碎的。另外，被磨得过于细小的分散型纤维及碎纤维细胞等称为细小纤维。各种组分状态见图 7-4-2。细小纤维、碎片与纤维之比较见表 7-4-1。

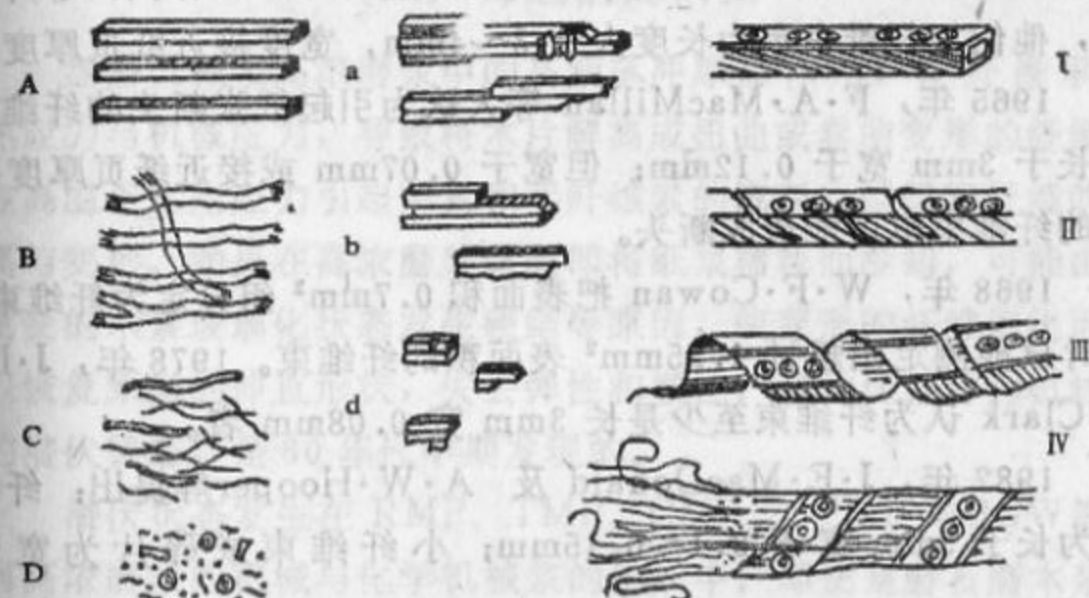


图 7-4-2 机械浆各种纤维组分状态

A. 磨解良好的纤维 B. 带状纤维 C. 细小纤维 D. 碎细胞  
a. 纤维束 b. 断块 c. 小纤维束或碎片 I. 纤维原状  
II. 沿着小纤维的排列生成裂纹 III. 折成带状 IV. 带状与小纤维的生成

表 7-4-1 细小纤维、纤维与小纤维束的比较

	宽度( $\mu\text{m}$ )	长度( $\text{mm}$ )	形 状	光吸收性	每克中的个数
细小纤维	$<10$	$<1$	不规则	几乎透明	$1 \sim 10 \times 10^8$
纤维	$10 \sim 80$	$0.5 \sim 7$	规则	完全透明	$1 \sim 4 \times 10^5$
小纤维束	$>80$	$0.5 \sim 20$	规则/不规则	趋向不透明	$2 \sim 10 \times 10^3$

木片磨木浆的筛选系统既要筛出纤维束与断块，又要尽量保



留长纤维；同时也要保留细小纤维作为纸张的填充组份。因此，机械浆（尤其是木片磨木浆）的筛选系统及设备与化学浆有所不同，其筛选效果的测定方法与评价标准也有所不同。

对机械浆中的纤维束、断块与小纤维束的尺寸曾有过略为不同的划分过程，这一过程也是随着机械浆掺制纸种与测定仪器的发展而修定的。

1965年，G.R.Sears等人认为98.5%的纸张断头由于纤维束，他们把纤维束定为长度大于3~4mm，宽度接近纸页厚度。

1965年，F.A.MacMillan等人认为引起纸张断头的纤维束是长于3mm宽于0.12mm；但宽于0.07mm或接近纸页厚度一半的纤维束也可能造成断头。

1968年，W.F.Cowan把表面积 $0.7\text{mm}^2$ 组分定为纤维束，当时只能测定出超过 $1.25\text{mm}^2$ 表面积的纤维束。1978年，J.D.A.Clark认为纤维束至少是长3mm宽0.08mm者。

1982年，J.E.MacDonald及A.W.Hooper等提出：纤维束为长于3mm宽于0.1~0.15mm；小纤维束或碎片为宽于

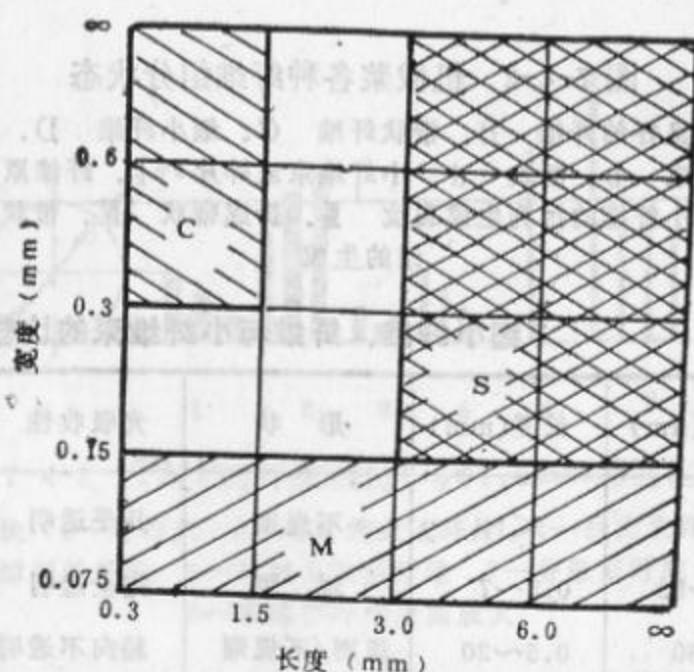


图 7-4-3 机械浆中纤维束、小纤维束与断块的划分

S. 纤维束 M. 小纤维束 C. 断块

0.075~0.15mm 而不计其长度，或者定为宽于0.08mm而短于3mm者；断块是指立方形碎片，长度0.25~1mm，长径比很小者。

最近，光学分析仪已能测定出长于0.3mm宽于0.075mm的组分，发现GW与TMP的筛选粗渣中有80%组分短于1.5mm。R.A.Leask从而提出了按图7-4-3的三种组分划分图解。

## (二) 筛选前的消潜

盘磨机械浆高浓磨浆中的高频脉冲摩擦作用，使纤维承受热应力与机械应力，导致将木片解离成扭曲或卷曲变形的纤维；在高温下这些应力引起木素和半纤维素的流变，也促使纤维的解离与变形。如果在高浓磨浆后随即将纸浆稀释而冷却，可能由于流变的木素玻璃化状态发生硬结等原因，使变形的纤维僵化而难以恢复原来的伸直形状，失去弹性和塑性；这种现象称为机械浆的潜伏状态，是60年代中期发现的。

潜伏状态发生在RMP、TMP、CMP、CTMP与PGW等任何高浓磨浆的机械与化学机械浆的生产中；即使是磨石磨木浆也会有轻微的潜伏状态。

纤维变形部位产生的内应力，是引起潜伏状态的原因。变形的纤维使有效纤维长度变短，并且由于它占据的空间位置增大而相当于纤维宽度加大。所以潜伏状态的纸浆不但表现为游离度提高与物理强度下降，而且在筛选中表现为粗渣率增加与粗渣中的长纤维流失增大；因为筛选设备难以将纤维束与僵化变形的纤维区分开。因而磨浆后筛选前的机械浆要经过消潜，即稀释至2~4%浓度，在温度60~80℃以上的消潜浆池内经机械搅拌20~60min使纤维伸展。对于云杉CTMP在60℃以上已发生消潜；而TMP必须在80℃以上。

消潜温度与木素的软化温度有关，温度可使纤维变形部位的内应力松弛。但过高的温度会影响纸浆的白度。



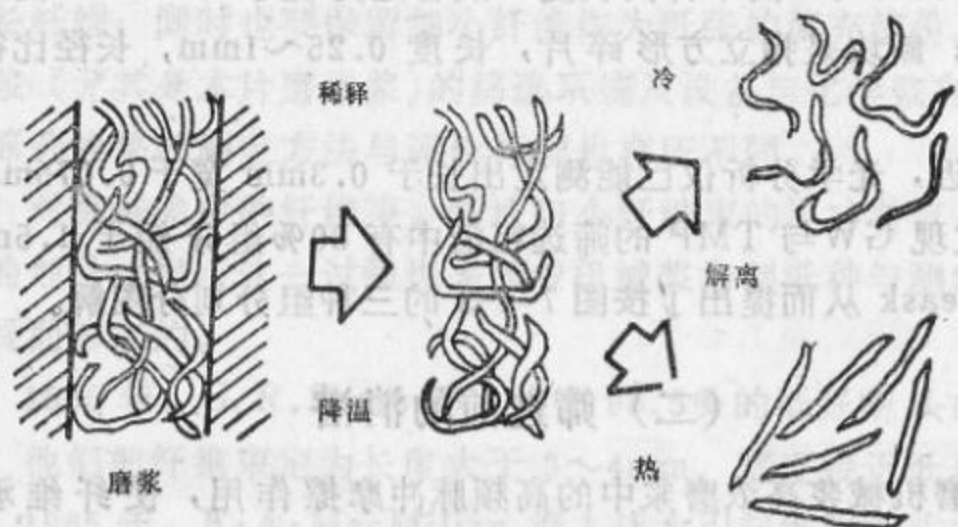


图 7-4-4 机械浆冷解离的潜伏状态与热解离的消潜作用示意图

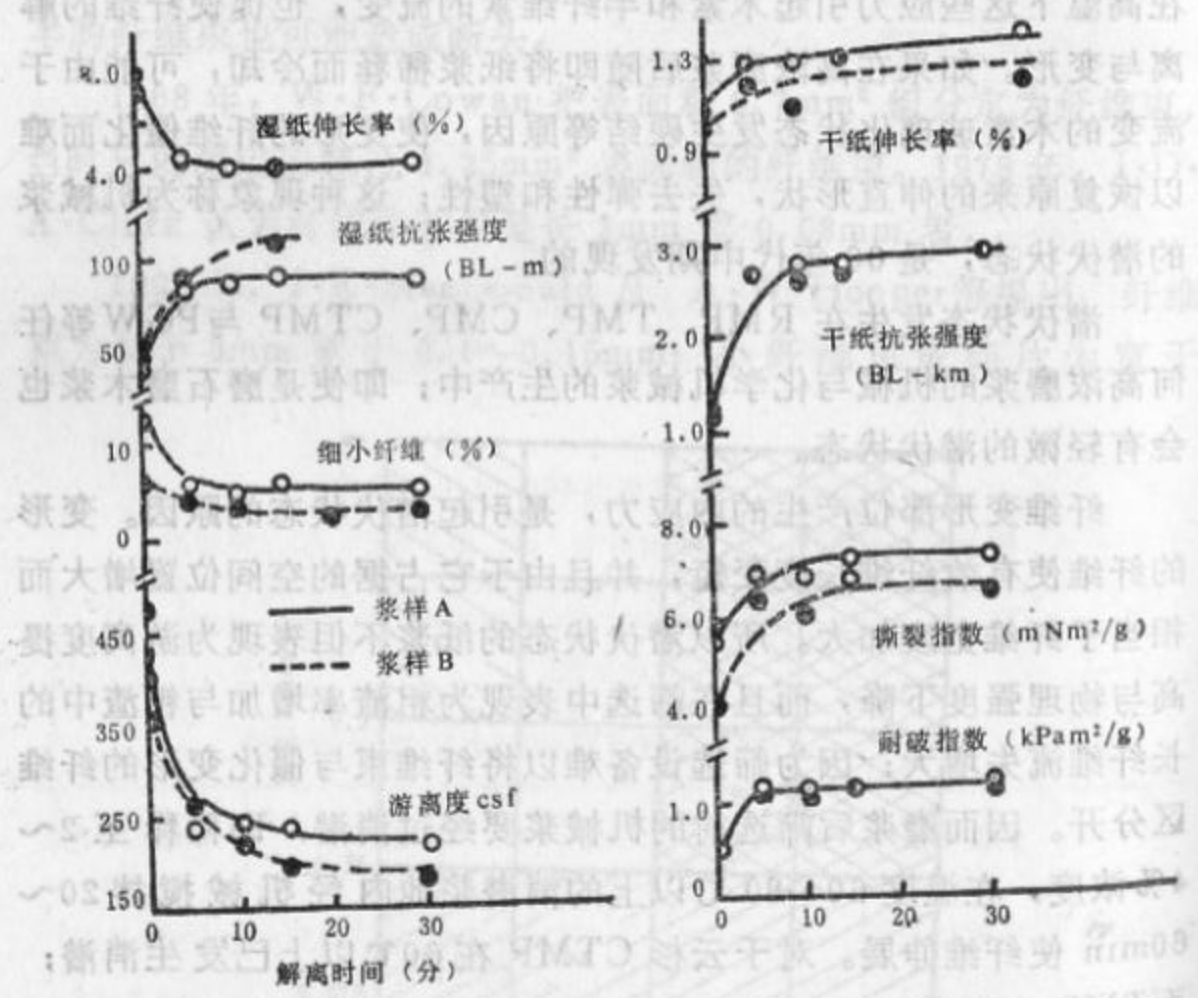


图 7-4-5 实验室纤维分离器的消潜效果  
(浓度1.5%, 温度80~85℃)

在相同的游离度下云杉 PGW, 经过消潜后的抗张指数约提高 10%, 耐破指数提高 12%, 浆中碎片含量减少 18%。消潜后的 TMP 经过筛选, 其粗渣中纤维束含量可增多约 10%, 良浆中的长纤维组分约增加 2.5%。

消潜作用取决于温度、剪切力与时间三个因素, 若提高温度与机械搅拌剪切作用, 可相应地缩短时间。

机械浆若采用 10~12% 中浓筛选, 由于磨浆后未受大幅度稀释降温及中浓流态化的高速剪切应力作用, 有可能简化消潜工序与缩短时间。

机械浆的消潜效果通常是以热解离的游离度或强度 (通常是抗张力或耐破度) 与冷解离的对应指标之差值表示。

图 7-4-5 为用实验室纤维分散器在浆浓 1.5%, 温度 80~85℃ 下分散消潜的效果。从图中可以看出大约分散 15min 后, 潜伏状态可以消除。

### (三) 机械浆纤维束与碎片等的测定方法

- ① 纤维束与断块含量: 以 25 g 浆料在缝宽 0.1524mm 筛缝的 Somerville 振动平筛上筛 25min 的固体剩余物。
  - ② 在 Bauer McNett 纤维筛分仪上求各种目数的组分百分比; 一般是把留在 14 目筛上的组份作为纤维束的含量。留在 28 目筛上统称为长纤维含量; 两者之差即为除去纤维束的长纤维。
  - ③ 在 STFI 筛分仪上求纤维束含量。
  - ④ 用 Tellusond 分析仪分析纤维束的长度与宽度。
- 各种机械浆的纤维束与断块含量随游离度而变化的范围见图 7-4-6。不同游离度的机械浆纤维筛分析组分见图 7-4-7。北欧已在机械浆生产线上装用在线的各种组分自动测定显示装置。
- ⑤ 用 PEI 碎片分析器测定小纤维束或碎片, 即通过 0.15mm 筛缝而保留在 0.08mm 筛缝者为碎片。



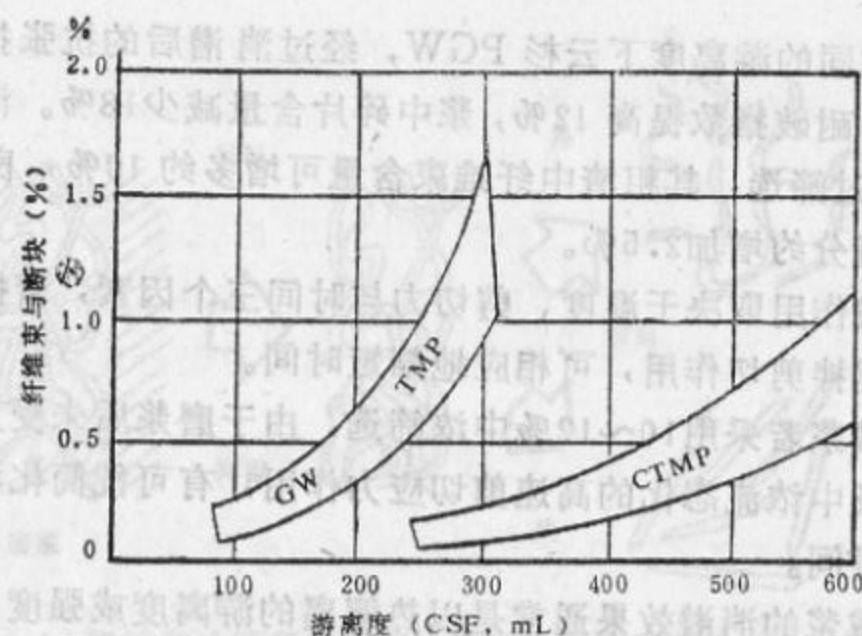


图 7-4-6 GW、TMP、CTMP 纤维束、断块含量与游离度的关系

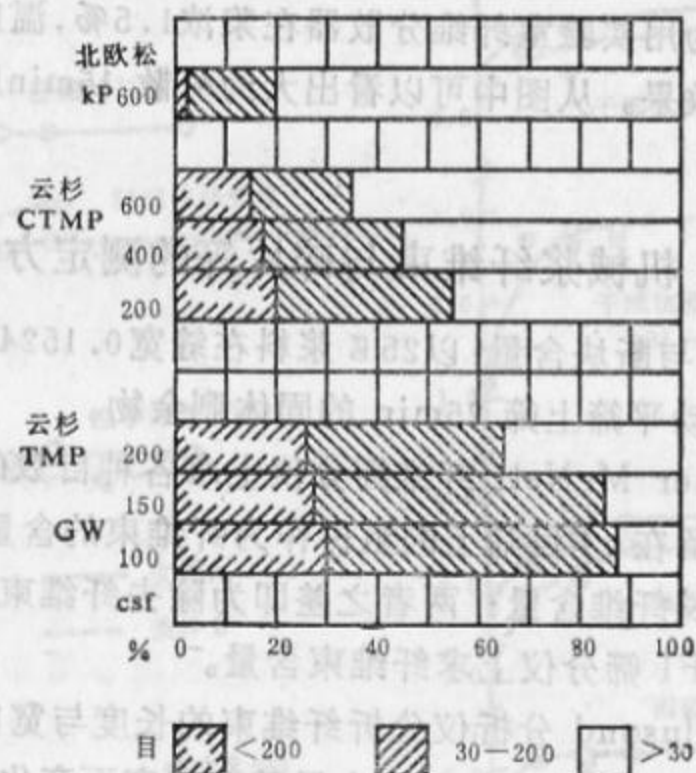


图 7-4-7 云杉 GW、TMP、CTMP 与北欧松 KP 的不同组分含量比较

#### (四) 机械浆筛选系统及设备性能的评价

机械浆筛选系统及设备性能的测定与评价，往往需要对比许

多工艺参数；80 年代初期，制造筛浆机的老厂 Bird 公司的尼尔森 (Nelson) 提出将各工艺参数简化为纤维束筛除因子  $Q$  与长纤维流失因子  $T$  进行比较。由于其可比性较强，逐渐被采用。以后瑞典 SCA 研究实验室在其基础上针对机械浆的筛选要求推导出的一组参数与计算公式，用以评价不同的筛选系统及设备的筛选效果；现在这一组参数及其计算方法正在被国际所采用：

① 长纤维流失率  $LL$ ，或简称为  $L$ ，即粗渣中含长纤维总量与进浆中含长纤维总量之比。若仅计算留在筛分仪 30 目以上的长纤维，则长纤维流失率以  $L_{30}$  表示。

$$LL = 0.5 \left[ 1 - \frac{LA - RR(LA + LR)}{LF} \right]$$

$$\text{或 } LL = \frac{RR}{T(1 - RR) + RR}$$

② 纤维束筛除率，即筛选效率  $SRE$ ，为粗渣中含纤维束总量与进浆中含纤维束总量之比。

$$SRE = RR \cdot \frac{XR}{XF}$$

$$\text{或 } SRE = \frac{RR}{1 - Q(1 - RR)}$$

③ 粗渣率  $RR$ ，可通过测定或按下式计算：

$$RR = \frac{XF - XA}{XR - XA}$$

④ 纤维束筛除因子  $Q$ ，或称筛选商数，是用以评价与比较不同筛选系统或设备筛选效率的因子值，在 0~1 之间变化；当  $Q=1$  时， $SRE$  为 100%；当  $Q=0$  时，粗渣的纤维束含量  $XR$  与良浆的纤维束含量  $XA$  相同。

$$Q = \frac{SRE - RR}{SRE(1 - RR)}$$

$$\text{或 } Q = \frac{XR - XA}{XR}$$

⑤ 长纤维流失因子  $T$  是用以评价与比较不同筛选系统或设备长纤维流失的因子值，在 0~1 之间变化；当  $T=1$  时，良浆的长纤维含量  $LA$  与粗渣的长纤维含量  $LR$  相同；当  $T=0$  时，长纤维全部随粗渣排走，即良浆中不含长纤维。若仅计算留在筛分仪 30 目以上的长纤维，则长纤维流失因子以  $T_{30}$  表示。

$$T = \frac{RR(1 - LL)}{LL(1 - RR)}$$

采用因子  $Q$  与  $T$  可用以评价机械浆筛选系统与设备的有效性，与选择性； $Q$  与  $T$  之值越高，说明对纤维束的筛选效率高而同时长纤维流失小，两者不可偏废。例如，孔板筛的  $Q$  值比涡旋除渣器高，而  $T$  值则比它小；所以两者合理串联的筛选系统可同时取得较高的  $Q$  与  $T$  值。

以上各式参数的代号为：

$LF$ ——进浆的长纤维含量 %

$LA$ ——良浆的长纤维含量 %

$LR$ ——粗渣的长纤维含量 %

$XF$ ——进浆的纤维束含量 %

$XA$ ——良浆的纤维束含量 %

$XR$ ——粗渣的纤维束含量 %

在连续生产中，如果有可靠的流量测量，可用以下公式较精确地计算  $RR$  与  $SRE$ ：

$$RR = 0.5 \left[ \frac{QR \cdot CR}{QF \cdot CF} + \frac{QR \cdot CR}{(QF - QR + QW)CA + QR \cdot CR} \right]$$

$$SRE = 0.5 \left[ \frac{XR \cdot RR}{XA(1 - RR) + XR \cdot RR} + \frac{XF - XA(1 - RR)}{XF} \right]$$

以上公式中其余参数的代号为：

$CF$ ——进浆浓度 %

$CA$ ——良浆浓度 %

$CR$ ——粗渣浓度 %

$QF$ ——进浆流量 (L/min)

$QR$ ——粗渣流量 (L/min)

$QW$ ——稀释水流量 (L/min)

国外也有用长纤维保留率  $LY = 1 - LL$  的参数，其值随着  $RR$  的增加而下降。对于计算不同长度的纤维束， $SRE$  随其长度而提高。

## 二、磨石磨木浆的筛选

### (一) 流程与设备概述

在盘磨机械浆尚未开发之前，GW 采用与化学浆类似的传统筛选流程与设备，在本章第一节与本手册第七分册中已有筛选流程与设备的叙述。表 7-4-2 是 GW 常用的部分筛选设备的工艺条件示例。

表 7-4-2 GW 的部分筛选设备的筛选条件示例

筛浆机类型	筛孔直径(mm)	进浆浓度(%)	良浆浓度(%)
高频振框平筛(除节)	5~10	0.8~1.2	0.6~1.0
低频振框平筛(除节)	4~8	0.9~1.2	
寇文离心筛	1.4~1.65	0.55~0.8	0.45~0.6
CX型离心筛	1.2~2.2	0.8~1.5	0.6~1.0
KX-400型离心筛	1.3~1.8	1.0~1.5	
外流单鼓旋翼筛	1.6	0.8~1.2	0.7~1.1
JS50型双鼓旋翼筛	1.6	1.5	



续表

涡旋除渣器类型	压力差 (kPa)	进浆浓度 (%)	筛选效率 (%)
梅格纳低压差除渣器	35~102	0.8~1.2	
Celleco 206型除渣器	进150~300	0.8	
606 型除渣器	进250~300出200~500	0.5~1.0	50~60
600 型除渣器	进200~350出100~300	0.3~0.7	

GW的筛选流程有其代表性。一般是在磨木工段先经过高频振框平筛除节与沉砂沟沉砂后送往筛选工段;筛选工段的流程(结合粗渣再磨)可以举图 7-4-8 的三种选择加以比较分析。

流程(1)是将二段筛的良浆送涡旋除渣器组,粗渣送再磨机磨后回到二段筛进浆,优点是除渣器组通过量少,电耗省,良浆中纤维束含量最少;但良浆未经除渣器进一步除砂。

流程(2)的良浆进除渣器组,等于3级筛选,电耗最大,良浆中含砂量最少;但由于再磨后的浆回到进浆,使良浆中纤维束含量略高于流程(1)。

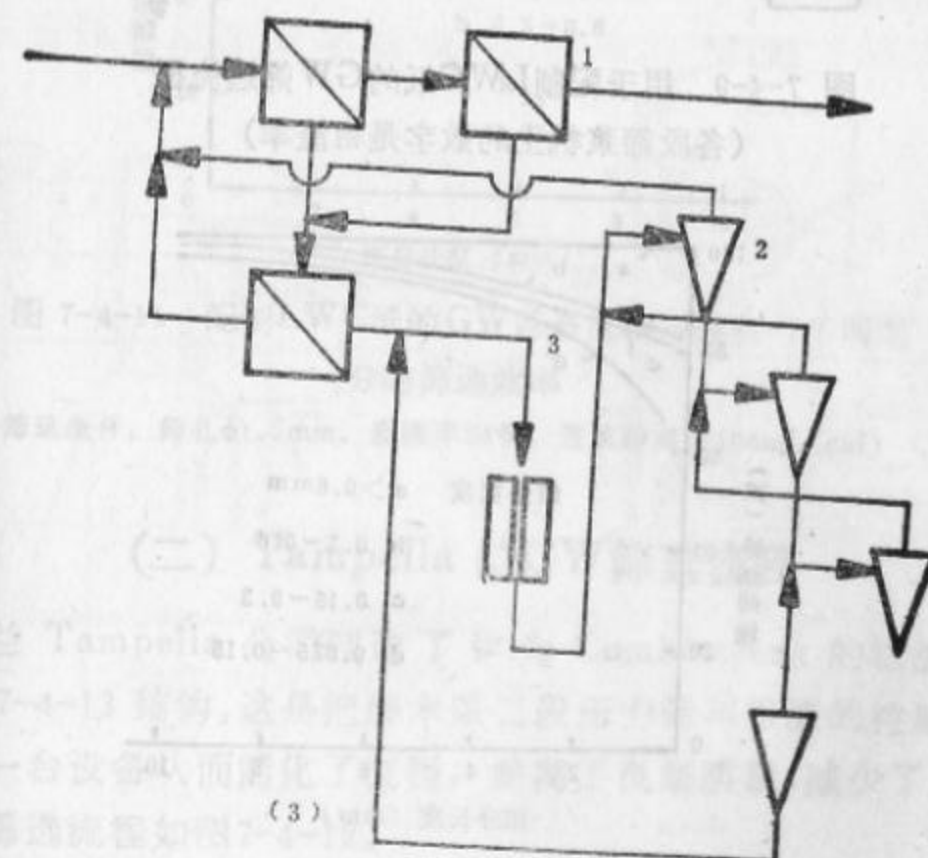
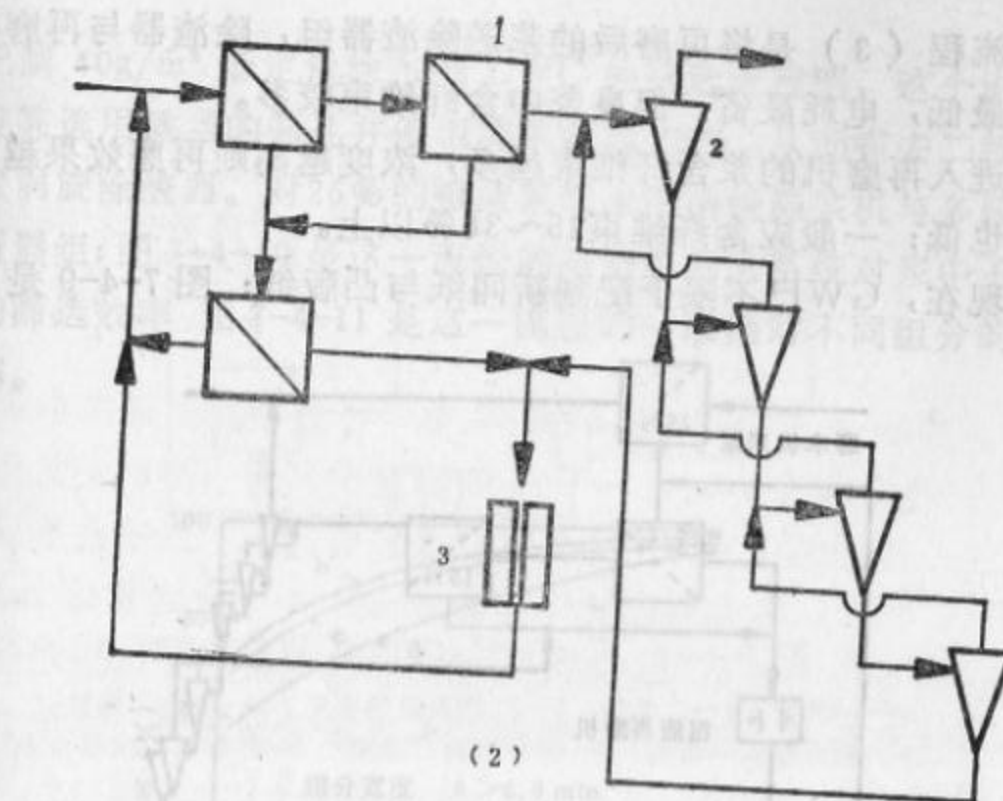
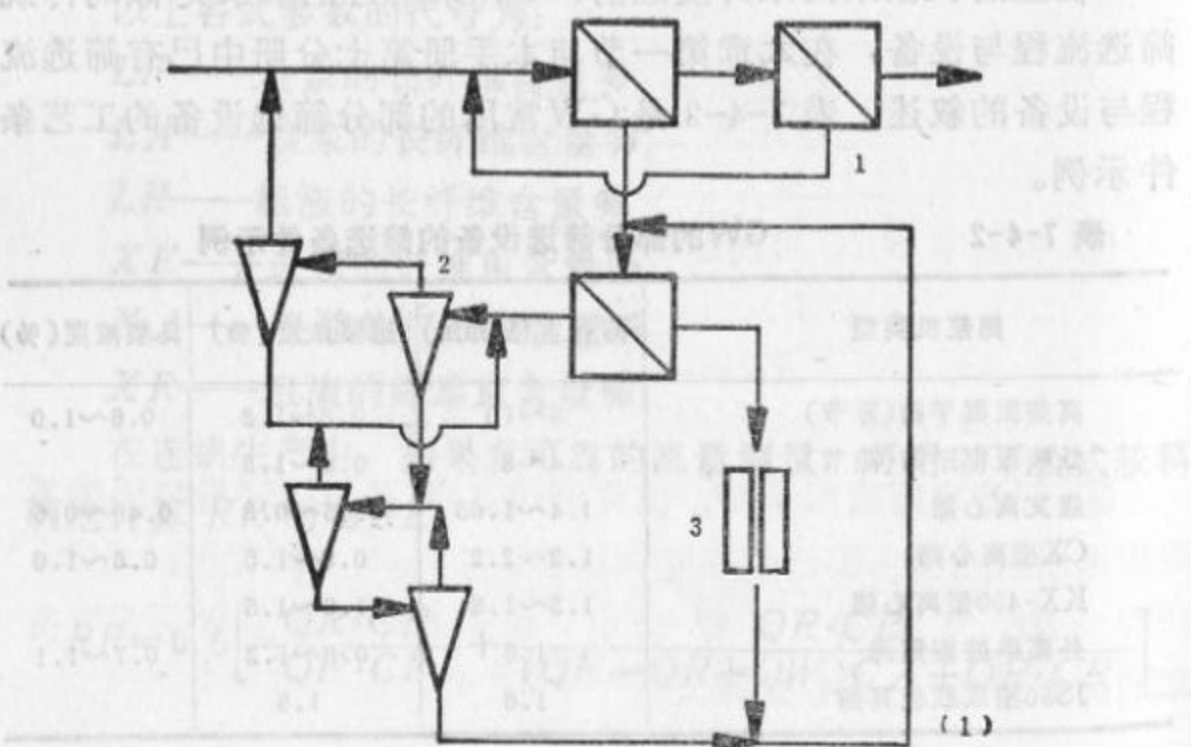


图 7-4-8 GW筛选流程的比较

1—孔板筛 2—涡旋除渣器 3—再磨机

流程(3)是将再磨后的浆送除渣器组,除渣器与再磨机的负荷最低,电耗最省,但良浆中含纤维束较多。

进入再磨机的浆含纤维束越多,浓度越高则再磨效果越好,电耗也低;一般应含纤维束25~30%以上。

现在, GW已不限于配制新闻纸与凸版纸;图7-4-9是 GW

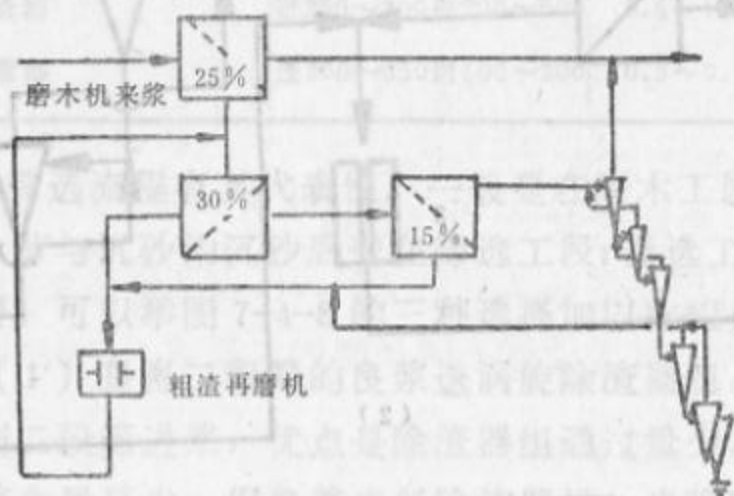


图 7-4-9 用于配制LWC纸的GW筛选流程  
(各段筛浆机上的数字是粗渣率)

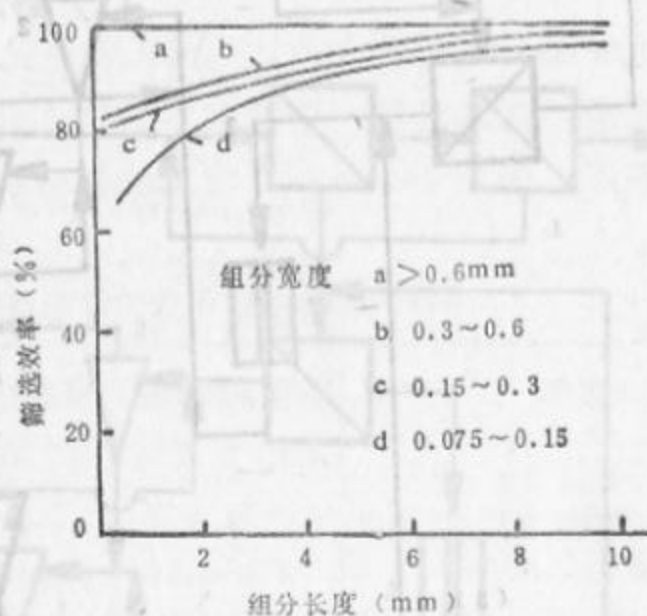


图 7-4-10 图7-4-7流程中粗渣浆的筛选系统对不同组分的筛选效率  
筛选条件: 两台筛筛孔为 $\phi 1.5$ 与 $1.3\text{mm}$ , 总粗渣率为45%,  
进浆游离度65mL(csf)

用于配制  $40\text{g/m}^2$  低定量涂布纸 LWC 的筛选流程图, 这个流程的一段筛选用适当的筛孔并使粗渣率保持 25%, 从而省去二级筛浆机或涡旋除渣器。对 25% 的粗渣浆则采用两级筛浆机与多段涡旋除渣器组; 图 7-4-10 是这一流程的粗渣浆筛选系统对浆中不同组分的筛选效率 图 7-4-11 是这一流程的一段筛对不同组分的筛选效率。

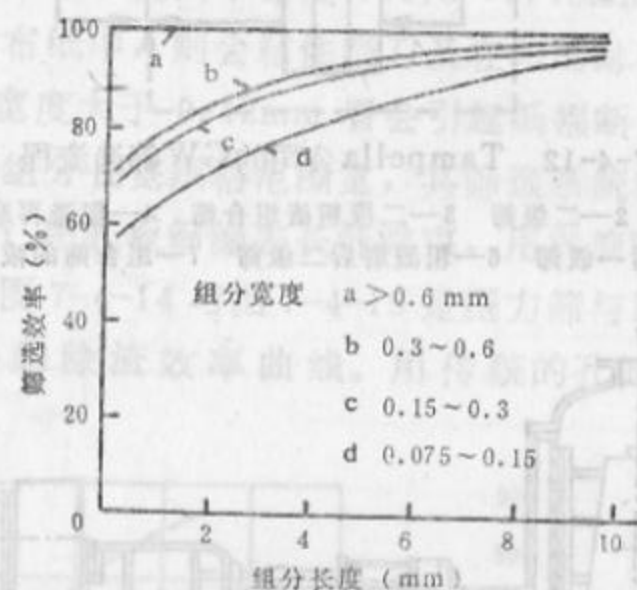


图 7-4-11 配制LWC纸的GW筛选流程一段筛对不同组分的筛选效率  
筛选条件: 筛孔 $\phi 1.5\text{mm}$ , 粗渣率24%, 进浆游离度100mL(csf)

## (二) Tampella 的GW筛选流程

芬兰 Tampella 公司制造了称为 Combiscreen 的粗渣组合筛如图 7-4-13 结构, 这是把磨木浆二段压力筛与粗渣的控制浓缩组合成一台设备从而简化了流程, 提高了良浆质量, 减少了能耗。磨木浆筛选流程如图 7-4-12。

Combiscreen 粗渣组合筛减少了粗渣率, 使粗渣中长纤维流失减少而纤维束含量则增加约 50%; 粗渣在组合筛内可浓缩至 3% 浓度从而简化了粗渣再磨系统。这一流程与传统的筛选与粗渣



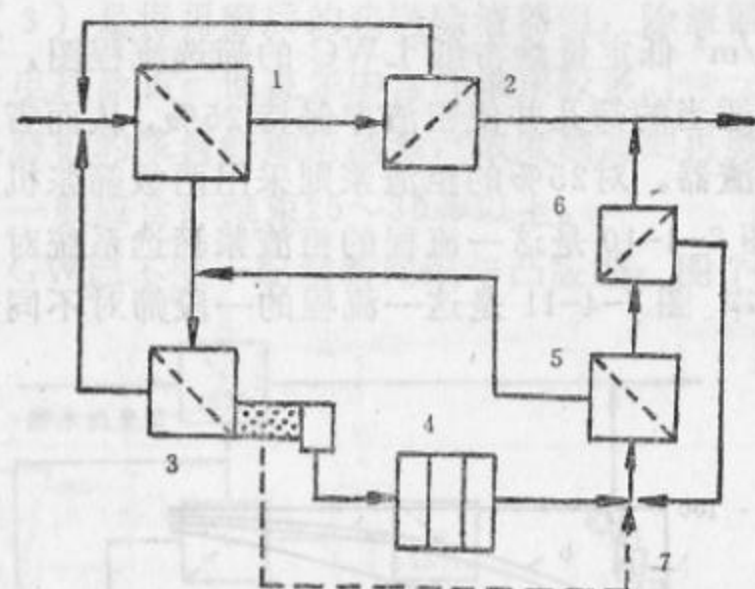


图 7-4-12 Tampella公司的GW筛选流程

1—一级筛 2—二级筛 3—二段粗渣组合筛 4—粗渣再磨机  
5—粗渣磨后一级筛 6—粗渣磨后二级筛 7—组合筛的浓缩白水

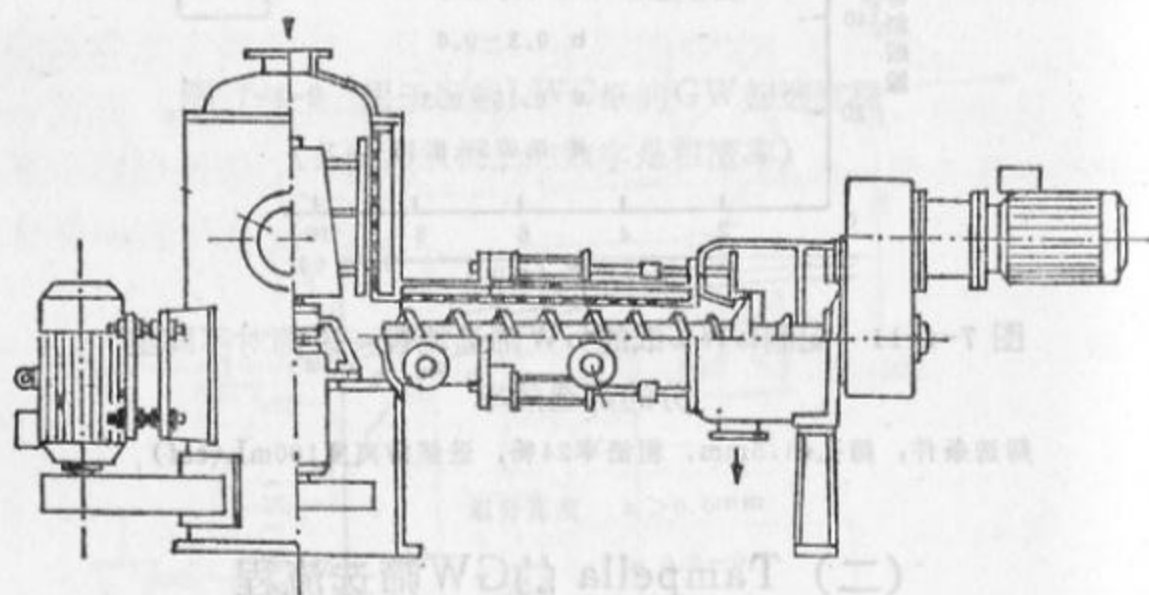


图 7-4-13 Tampella公司的粗渣组合筛Combiscreen再磨流程对比，每吨浆可减少 50~100kW·h 电耗。

### 三、盘磨机械浆的筛选

#### (一) 筛选要求

盘磨机械浆多经过预热或化学预浸渍处理，并在压力下高浓

磨成，因而长纤维组分多于GW，而细小纤维组分减少。但盘磨机械浆的合格纤维与需要筛出送再磨的组分之间，在长度分布上混杂而接近，其差别主要是比表面积，例如TMP中断块占纤维束总量的比例有高达80%之多者，因而盘磨机械浆的筛选工艺及设备与化学浆及GW有所不同。本章以叙述盘磨机械浆的筛选为主。

浆中的断块若筛选不干净，特别是长度小于1.5mm者将会在纸张上发生掉毛；而其中宽度0.075~0.15mm的小纤维束或碎片若留在涂布纸中，则会粘住刮刀及在印刷时引起毛病；长度大于4mm和宽度大于0.12mm者会引起纸幅断头。针对TMP等浆中纤维束组分长宽规格范围宽，其筛选系统应由孔板筛与涡旋除渣器串联；用孔板筛除去长纤维束，用涡旋除渣器除去小纤维束与断块；图7-4-14与图7-4-15是压力筛与RB200型20.32cm涡旋除渣器的除渣效率曲线。用传统的孔板筛与涡旋除渣器

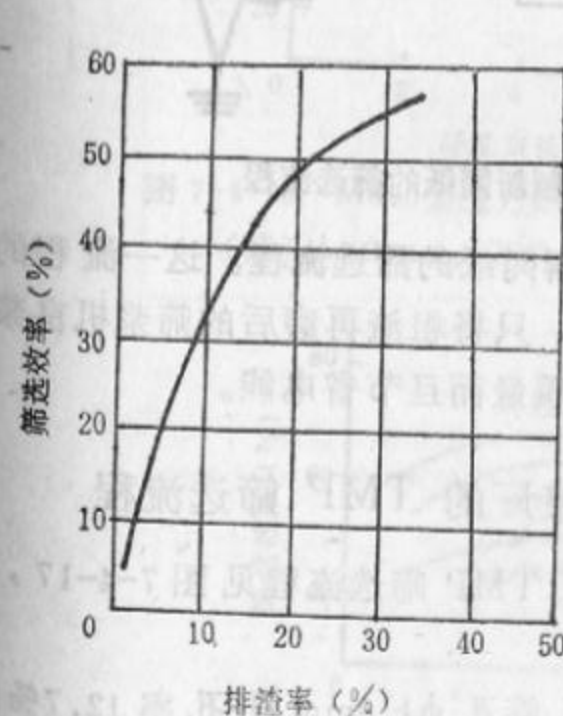


图 7-4-14 压力筛对TMP中纤维束的筛选效率

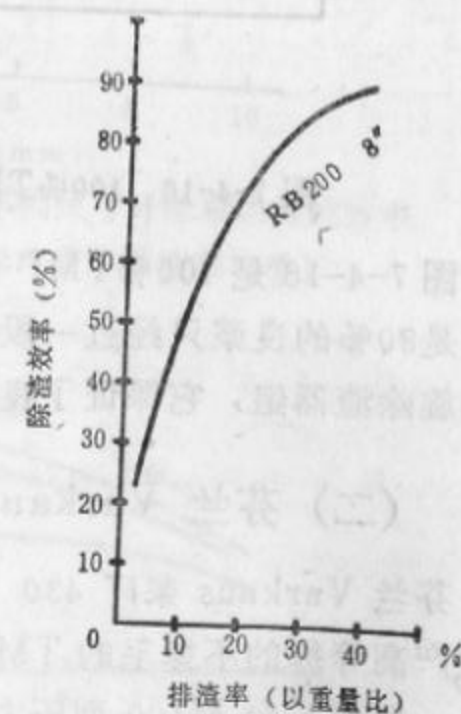


图 7-4-15 RB200型 30.32cm 涡旋除渣器对RMP中纤维束的除渣效率



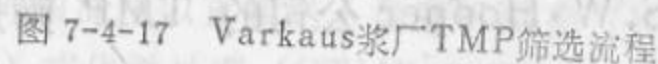
```

graph TD
    A[盘磨机来浆] --> B[20%]
    B --> C[30%]
    C --> D[再磨机]
    D --> E[25%]
    E --> C
    B --> F[ ]
    C --> G[ ]
    E --> H[ ]
    F --> I[ ]
    G --> I
    H --> I
    style I fill:none,stroke:none
  
```

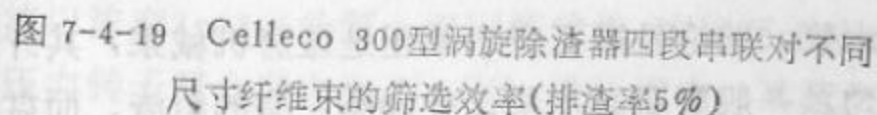
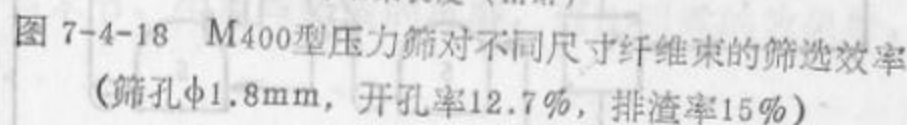


## (二) 芬兰 Varkaus 浆厂的 TMP 筛选流程

一段配 4 台 M400 型压力筛, 筛孔  $\phi 1.8\text{mm}$ , 开孔率 12.7%; 二段配 1 台 M400 型压力筛, 筛孔  $\phi 2.0$ , 开孔率 13.1%, 为 Sprout-Waldron 公司产品。四段串联涡旋除渣器为 300 型, 与 HRcc 节浆器均为 Cellco 公司产品。一段筛排渣率为 15% 时对



纤维束长度 (mm)	筛选效率 (%) - 0.45 mm 宽	筛选效率 (%) - 0.23 mm 宽	筛选效率 (%) - 0.11 mm 宽
1.5	45	35	28
2.5	52	42	35
3.5	58	48	40
4.5	62	52	44
5.5	65	55	-
6.5	68	58	-
7.5	70	60	-
8.5	72	62	-
9.5	74	64	-



不同尺寸纤维束的筛选效率见图 7-4-18。四段串联除渣器组排渣率为 5% 时对不同尺寸纤维束的筛选效率见图 7-4-19。

筛选系统的粗渣中含有 5~6% 的纤维束，经真空浓缩机浓缩至 22% 浓度送 45-1B 型粗渣盘磨机再磨，经再磨后纤维束减少 75~80%，再返回消潜浆池。

### (三) S.W.Hooper 公司的 TMP 筛选流程

S.W.Hooper 公司用于生产高质量 TMP 的包括粗渣再磨后的筛选流程见图 7-4-20。

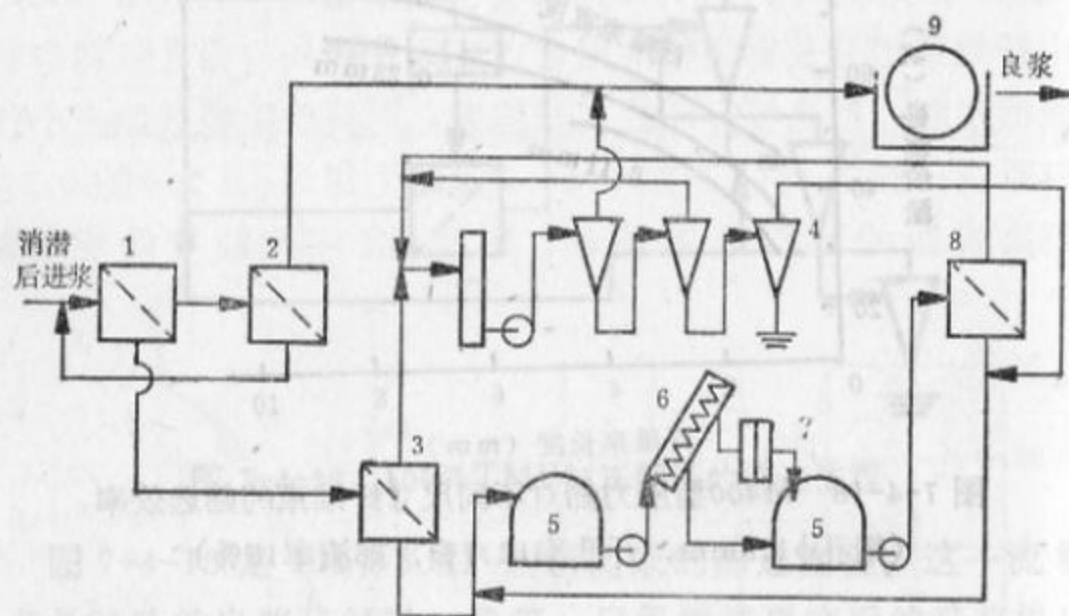


图 7-4-20 S.W.Hooper 公司的高质量 TMP 筛选流程

1—一级筛 2—二级筛 3—二段筛 4—涡旋除渣器组 5—浆池 6—浓缩机 7—粗渣盘磨机 8—粗渣磨后筛 9—浓缩机

## 四、机械浆粗渣的处理

### (一) 概述

机械木浆，无论是磨石磨木浆还是盘磨机械浆，其纤维组分都不很均匀。一般磨石磨木浆含有 10% 左右的粗渣，而盘磨机械

浆的粗渣含量可高达 25~30%。要在磨浆过程中减少粗渣含量，势必使部分纤维过度磨碎而产生许多细小纤维，影响纸浆的许多重要性质。

通过筛选和净化将粗渣分离出来，单独处理，是提高纸浆质量，降低能耗和化学药品用量的较合理方法。现在粗渣处理已成为机械浆生产过程中的重要组成部分，受到人们的重视。

机械浆的粗渣可以直接送入盘磨机再磨（RMP），也可以经汽蒸（TMP）或化学处理（CTMP 或 CMP）后再磨。再磨可以在原系统的盘磨机中进行，也可以设粗渣再磨机，单独处理。

过去，磨木机上未磨完的大木条及振动平筛（除节机）筛出的木片均回到磨木机复磨；由筛选工段筛出的粗渣则送再磨机再磨。老式再磨机多采用  $\phi 1250$  低速低浓单盘磨，其磨盘为水泥磨石嵌有辐射形排列的条状木质或烧结磨石制成的齿条；这种再磨机因性能落后，已渐趋淘汰。

近来，已采取将木条、木片与粗渣集中在粗渣再磨系统内再磨成质量较好的浆料。图 7-4-37 是粗渣再磨系统的流程，其浆料中长纤维含量提高，纤维受到良好的帚化。类似的流程与设备用于化学浆木节、生片与粗渣的再磨，也比回煮的效果好，已被推广采用。

### (二) 磨石磨木浆粗渣的 CTMP 处理

瑞典 Bowater & uenska 公司的 Umea 纸厂有两条 GW 生产线，一条生产标准 GW，供生产卫生纸和新闻纸；另一条生产较细的 GW 供生产低定量涂布纸和书写印刷纸。两条生产线总能力为 380~400t/d。

两条 GW 生产线的粗渣，贮存于公用粗渣池然后进粗渣 CTMP 系统，如图 7-4-21。

粗渣以浓度 3~3.5% 泵入双网挤浆机，浓缩至干度 30~35%，然后在压力转子混合器中和  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  进行混合，其蒸汽压力与预



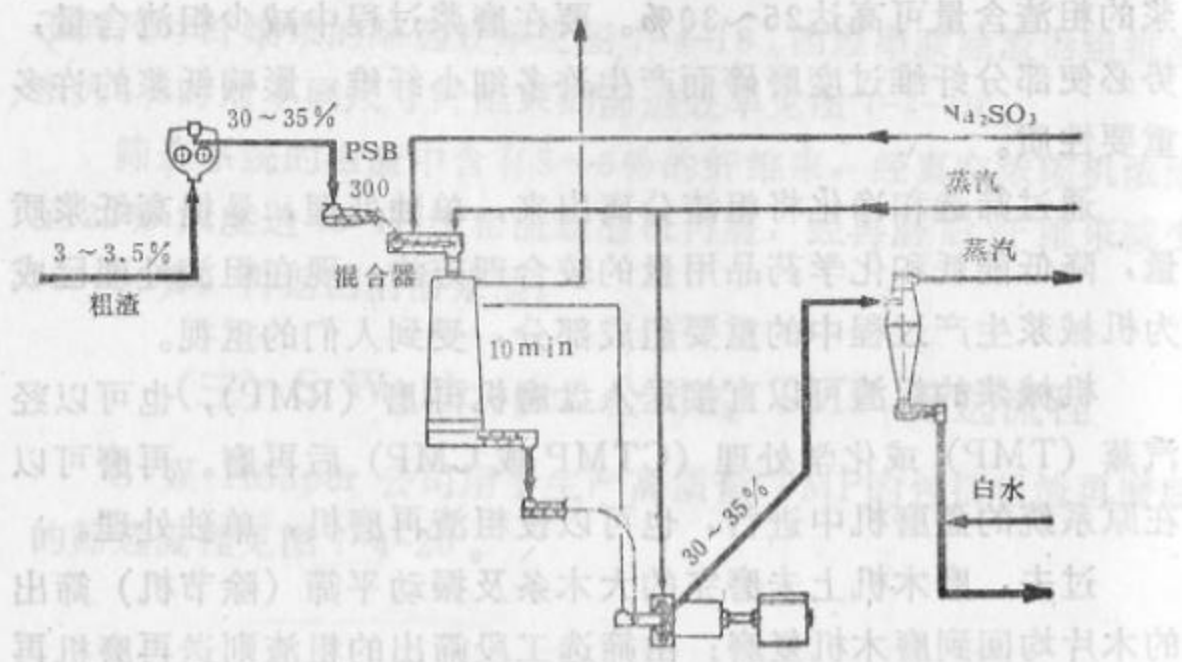


图 7-4-21 磨石磨木浆粗渣CTMP处理系统

热器相同。 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 加入量为  $30\sim 40\text{kg/t}$  粗渣。在预热器中粗渣在  $125^\circ\text{C}$  下停留  $10\text{min}$ ，在盘磨机压力  $260\text{kPa}$  下磨至游离度  $100\sim 150\text{mL (csf)}$ ，然后以  $3\%$  的浓度排入消潜浆池。

实践表明，这一粗渣的 CTMP 系统取得很好的效果。

从图 7-4-22 和图 7-4-23 可以看出，粗渣经 CTMP 处理成浆中纤维束含量很低，仅  $0.025\sim 0.125\%$ ，在游离度  $80\sim 120\text{mL (csf)}$  时抗张指数可达  $47\sim 53\text{Nm/g}$ 。

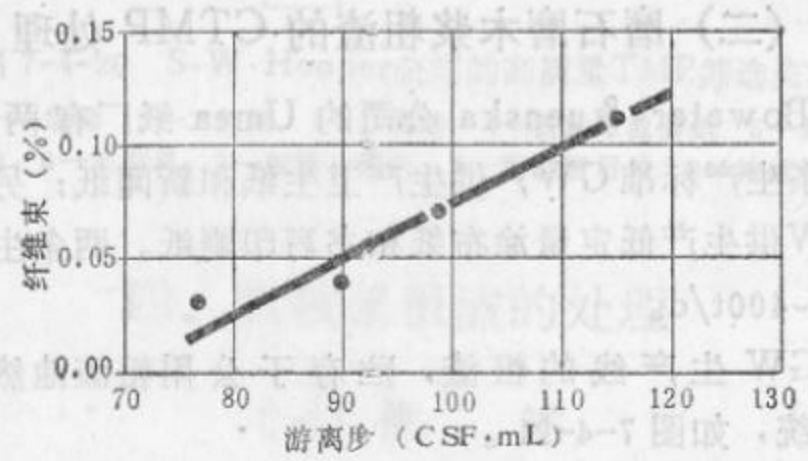


图 7-4-22 粗渣CTMI 纤维束含量与滤水性能的关系

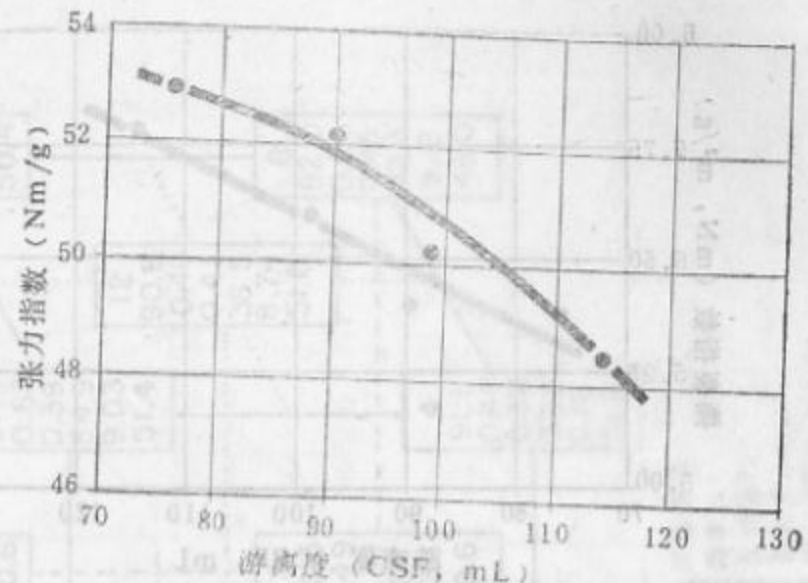


图 7-4-23 粗渣CTMP抗张强度与滤水性能的关系

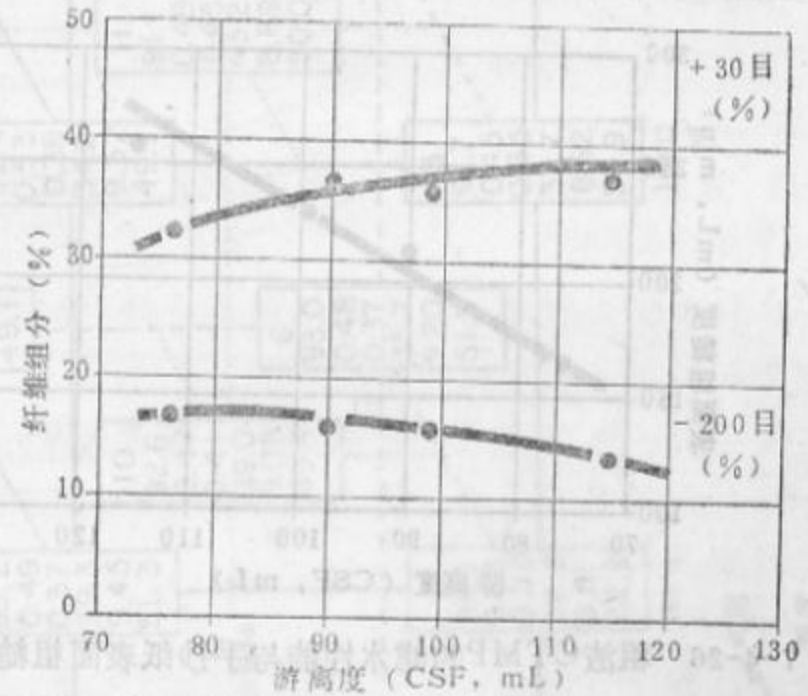


图 7-4-24 粗渣CTMP纤维筛分组成与滤水性能的关系

图 7-4-24 表明，在游离度  $80\sim 120\text{mL (csf)}$  之间长纤维组分变化不大，因此撕裂度也无明显变化，如图 7-4-25。

尽管粗渣 CTMP 的长纤维的组分高，但手抄纸的表面粗糙和典型磨石磨木浆相似，见图 7-4-26。而且，经  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  处理粗渣 CTMP 浆白度要比原有磨石磨木浆高  $4$  度左右（由  $59$  提高到  $63$  度）。

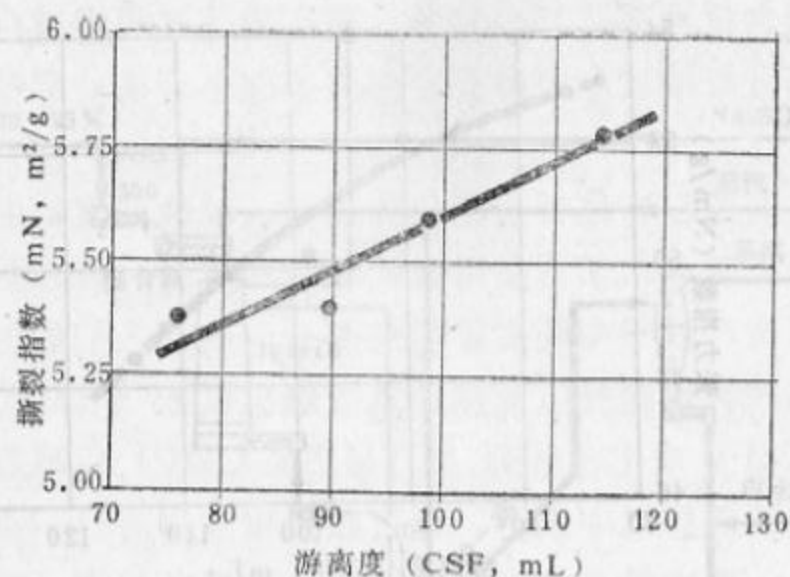


图 7-4-25 粗渣CTMP撕裂指数与滤水性能的关系

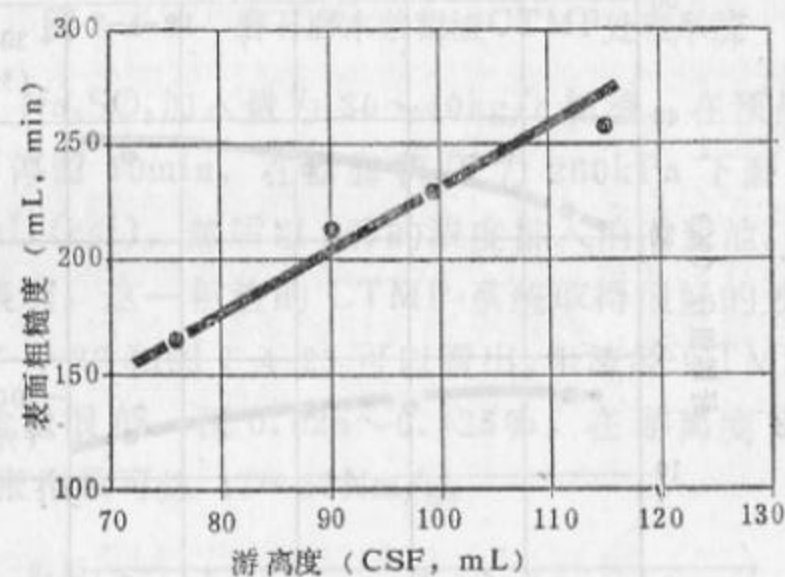


图 7-4-26 粗渣CTMP的滤水性能与手抄纸表面粗糙度的关系

### (三) CTMP 粗渣处理条件的优选

为了获得 CTMP 粗渣的最佳处理条件, R·W·Franlen在化学品用量 6~10% ( $\text{SO}_2$  对绝干浆), 处理时间 15~60min, 处理浓度 140~170℃ 这三个变量范围内进行优选, 试验结果如图 7-4-27 所示。

从图 7-4-27 可以看出, 提高这三个变量中的任何一个变数都

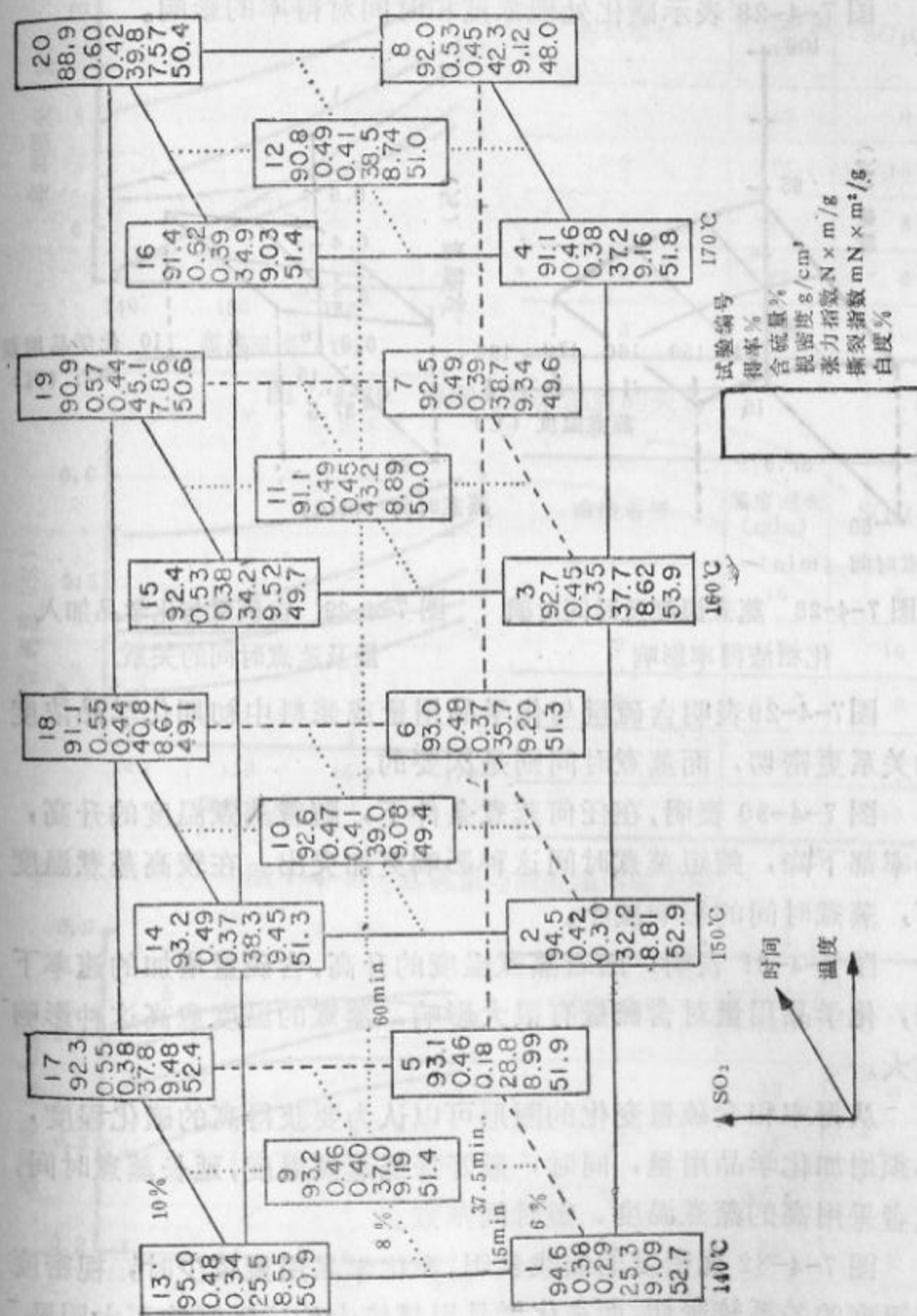


图 7-4-27 粗渣CTMP条件的优选(原料黑云杉)



会使纸浆得率下降，含硫量增加。

图 7-4-28 表示磺化处理浓度和时间对得率的影响。

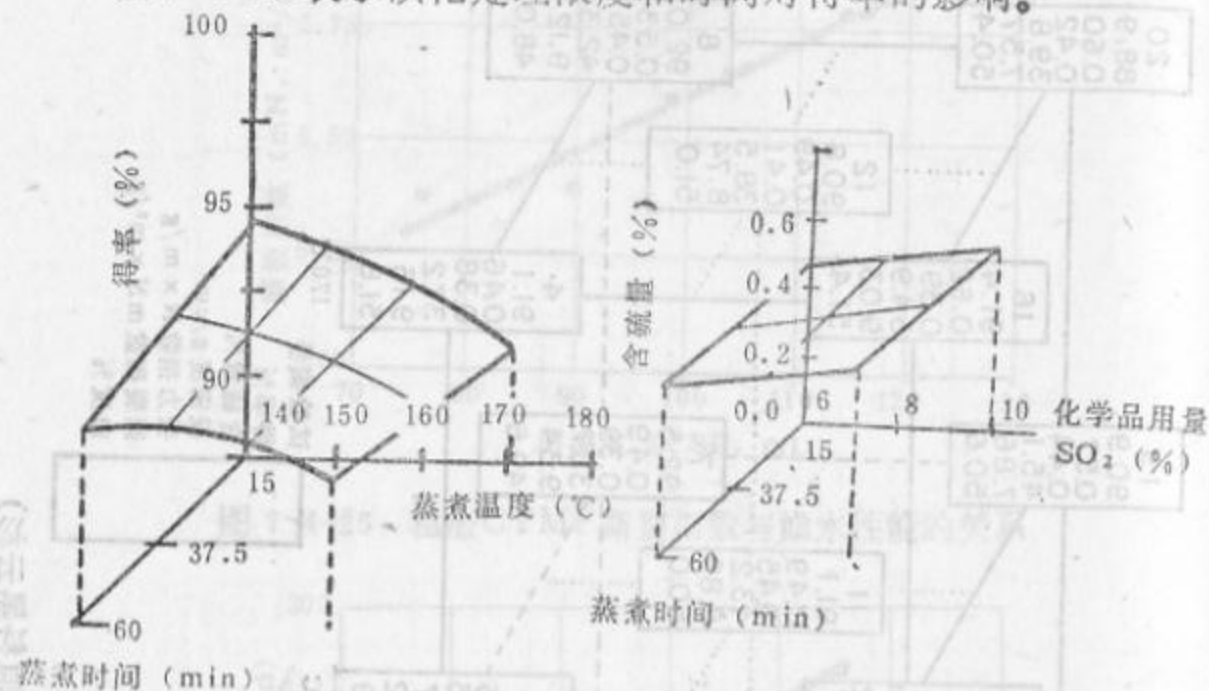


图 7-4-28 蒸煮温度及时间对磺化粗渣得率影响

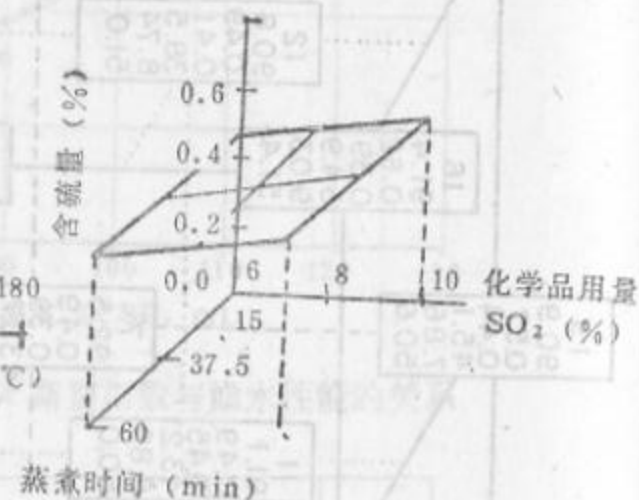


图 7-4-29 含硫量与化学品加入量及蒸煮时间的关系

图 7-4-29 表明含硫量与化学品用量或浆料中初期化学品浓度的关系更密切，而蒸煮时间则是次要的。

图 7-4-30 表明，在任何蒸煮条件下，随着蒸煮温度的升高，得率都下降，缩短蒸煮时间这种影响更加突出。在较高蒸煮温度下，蒸煮时间的影响减小。

图 7-4-31 表明，随着蒸煮温度的升高，含硫量增加的速率下降，化学品用量对含硫量有很大影响，蒸煮的温度愈高这种影响愈大。

从得率和含硫量变化的图形可以认为要获得高的磺化程度，必须增加化学品用量，同时，最好降低蒸煮温度，延长蒸煮时间，或者采用高的蒸煮温度、短时间蒸煮。

图 7-4-32 视密度的曲线表明，在化学品用量较少时，视密度与温度的关系较密切，而在化学品用量较大的这种影响不太明显。蒸煮时间对视密度有很大影响，结合含硫量与得率的变化趋势可

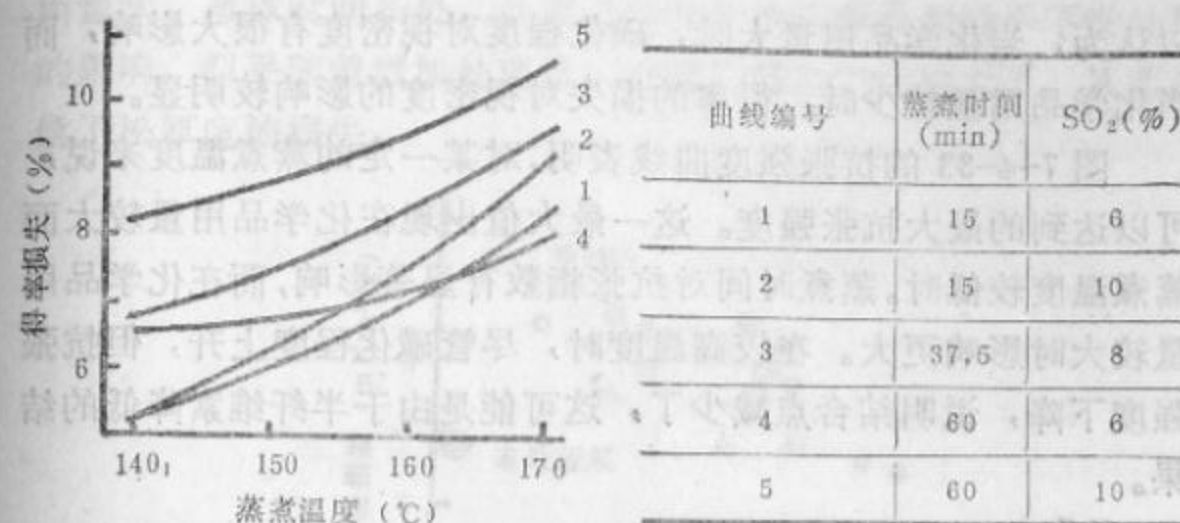


图 7-4-30 得率与蒸煮温度的关系

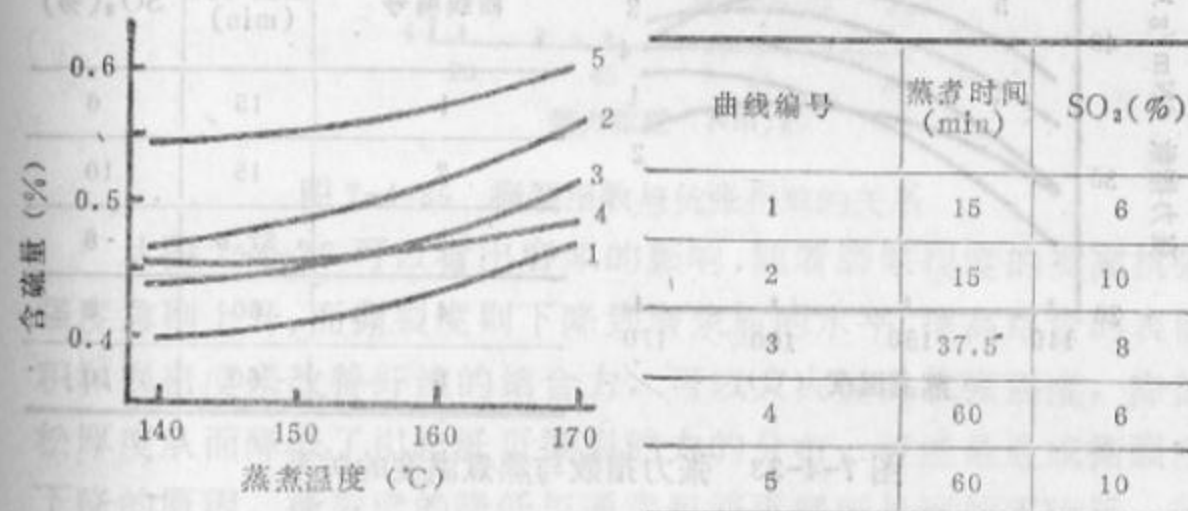


图 7-4-31 含硫量与蒸煮温度的关系

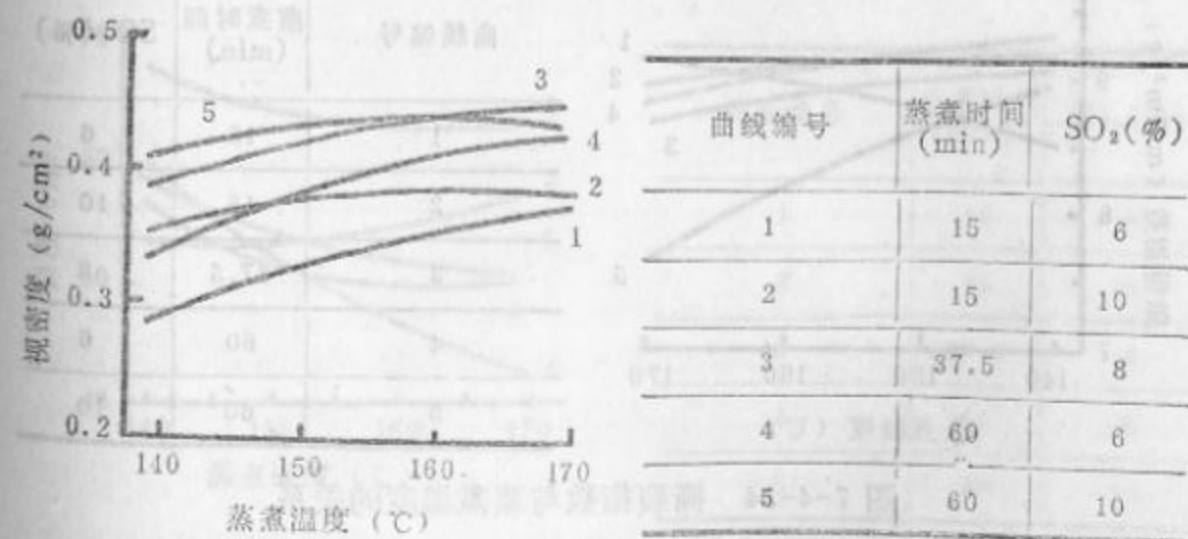
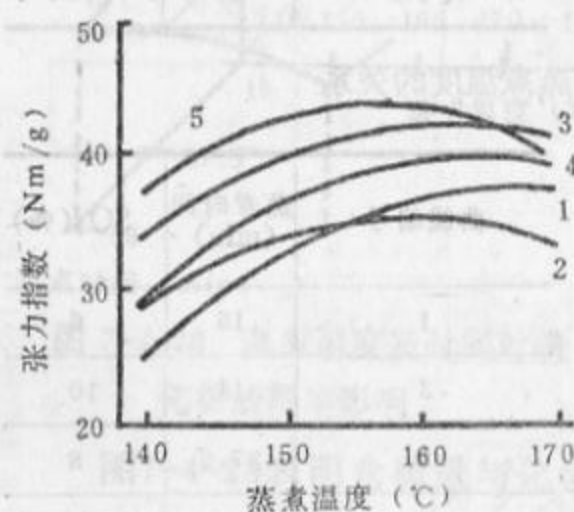


图 7-4-32 视密度与蒸煮温度的关系

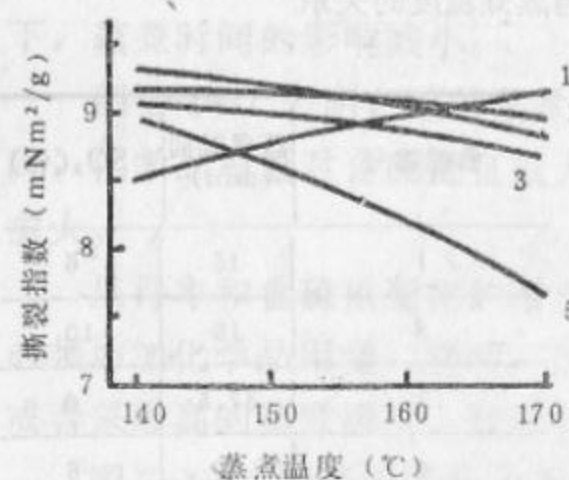
以认为,当化学品用量大时,磺化程度对视密度有很大影响,而当化学品用量较少时,得率的损失对视密度的影响较明显。

图 7-4-33 的抗张强度曲线表明,对某一一定的蒸煮温度来说,可以达到的最大抗张强度。这一最大值出现在化学品用量较大而蒸煮温度较低时。蒸煮时间对抗张指数有显著影响,而在化学品用量较大时影响更大。在较高温度时,尽管磺化程度上升,但抗张强度下降,说明结合点减少了,这可能是由于半纤维素降低的结果。



曲线编号	蒸煮时间 (min)	SO <sub>2</sub> (%)
1	15	6
2	15	10
3	37.5	8
4	60	6
5	60	10

图 7-4-33 张力指数与蒸煮温度的关系



曲线编号	蒸煮时间 (min)	SO <sub>2</sub> (%)
1	15	6
2	15	10
3	37.5	8
4	60	6
5	60	10

图 7-4-34 撕裂指数与蒸煮温度的关系

图 7-4-34 为撕裂指数曲线,在所研究的条件下,除了化学品

用量大,蒸煮时间长外,处理过的长纤维的撕裂度似乎不受处理的影响,似乎随着增加处理量,纤维的粘合力也增大了,从而补偿了松厚度的损失。

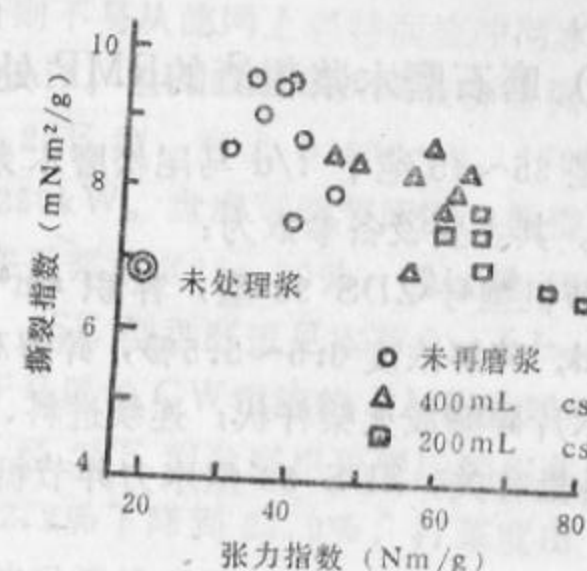
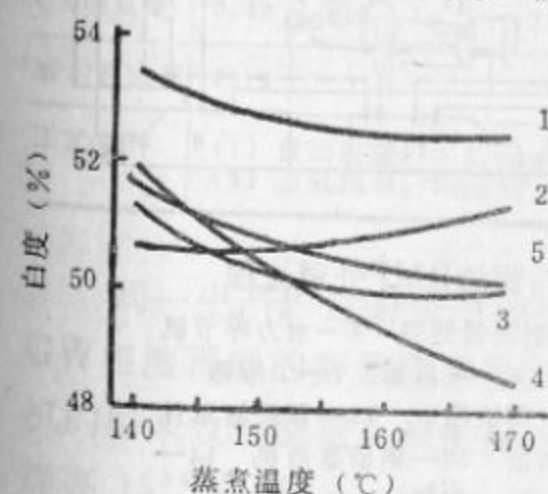


图 7-4-35 撕裂指数与抗张指数的关系

从图 7-4-35 可以看出磨浆的影响,随着磨浆程度的提高抗张强度急剧上升,而撕裂度则下降到磨浆前的水平。提高结合的表面积和视密度来改善纤维的结合力,可以大大提高抗张强度,降低松厚度从而降低了引起纸页撕裂的力的分布,可能是造成撕裂度下降的原因。撕裂度的降低与通常粗渣再磨所见到的正相反,这说明当系统中加有化学处理段时,必须重新改变磨浆的方式。



曲线编号	蒸煮时间 (min)	SO <sub>2</sub> (%)
1	15	6
2	15	10
3	37.5	8
4	60	6
5	60	10

图 7-4-36 白度与蒸煮温度的关系



图 7-4-36 表明,最温和的处理条件具有漂白效果,而在其它条件下白度都有所下降。有些浆料显示出随着磨浆程度的增加光散射能力下降,表明它更像化学浆而不太象机械浆了。

#### (四) 磨石磨木浆粗渣的RMP 处理

图 7-4-37 是 35~45 绝干 t/d 马尾松磨木浆的筛选与粗渣 RMP 处理流程。其主要设备参数为:

① 水力碎节机型号 ZDS 33 型,容积 4m<sup>3</sup>, 640r/min, 能力 6~12 绝干 t/d, 碎解浓度 3.5~5.5%, 碎解时间一般控制 4~5min, 将木条木片碎解成火柴杆状; 连续进料、间歇自控排料, 间歇时间与进料量有关。ZDS 33 型水力碎节机见本节六、(十) 介绍。

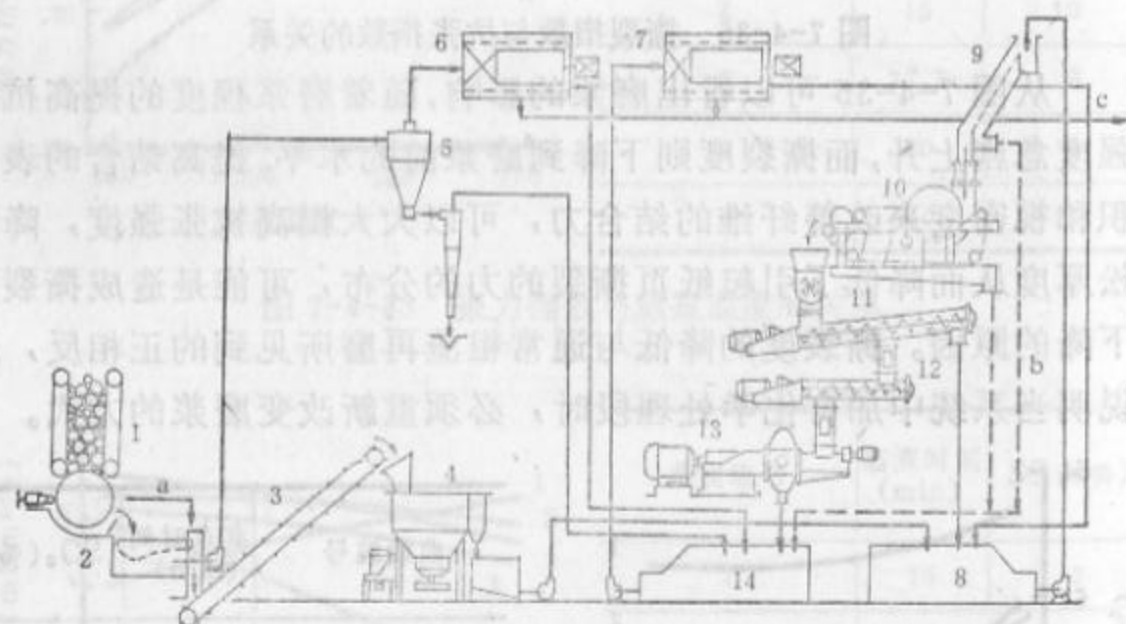


图 7-4-37 磨木浆筛选与粗渣 RMP 处理流程

1—磨木机 2—高频振板平筛 3—刮板输送机 4—水力碎节机  
5—低压差涡旋除渣器(或配沉砂沟) 6—一段筛 7—二段筛  
8—粗渣池 9—斜网浓缩机 10—夹网浓缩机 11—螺旋输送机  
12—可加药液磺化的螺旋加料器 13—粗渣盘磨机 14—粗浆池  
a—木条 b—过滤白水 c—良浆

② 斜网浓缩机过滤面积 1.3m<sup>2</sup>, 进浆浓度 0.7~1.5%, 出浆

浓度 5% 左右应保持稳定。

③ 夹网浓缩机型号 SB<sub>1</sub>-1000, 能力 40~50t/d, 进浆浓度 4~6%, 出浆浓度 20~25%, 最高可达 45%。用网速调节浆层厚度不使太薄, 否则不易从滤网上剥料而被冲网水冲入网下白水池; 网速 15~25m/min。也可以用环式双鼓挤浆机来浓缩粗渣。

④ 盘磨机 2SE 型, 磨盘  $\phi 1050\text{mm}$ , 1500r/min, 能力 35~45t/d, 电机 1250kW。盘磨可调节间隙, 间隙小则磨浆效果好, 消耗功率大。在进浆浓度 25~30%, 通过量 35t/d 左右, 可提高打浆度 12°SR。2SE 型盘磨机见本节六、(十一) 介绍。

本流程用于马尾松 GW 粗渣的 RMP 处理的磨浆效果测定见表 7-4-3 所示。经 2SE 型盘磨机再磨后的粗浆留在 24 目上的纤维量由原来的 62.2% 下降到 27.9%, 打浆度由 17.3°SR 提高到 38°SR, 盘磨后的粗渣经 CX 筛(筛孔  $\phi 2.0\text{mm}$ ) 筛选的良浆打浆度达 66°SR, 裂断长 1950m, 而 CX 筛的粗渣率仅 30%。

表 7-4-3

2SE 盘磨机再磨粗渣的效果

取样处	浓度 (%)	留 24 目 (%)	留 40 目 (%)	留 80 目 (%)	留 150 目 (%)	过 150 目 (%)	打浆度 (°SR)	裂断长 (m)	粗选排渣率 (%)
盘磨进口	29.7	62.2	9.7	11.1	7.2	9.8	17.5		
盘磨出口	32.5	27.9	13.1	19.2	13.6	26.4	38.0	1050	
CX 筛良浆	0.42	8.1	10.3	12.4	19.9	50.3	66.0	1950	30
磨木机成浆	3.10						67.5	2150	
工艺条件	(1) 盘磨间隙: 0.15mm (2) 通过量: 35.72t/d(绝干) (3) 主机功率: 700kW								

同一生产厂过去采用  $\phi 1250\text{mm}$  低速低浓再磨机时, 马尾松 GW 粗渣再磨的磨浆效果很差。表 7-4-4 是  $\phi 1250\text{mm}$  低浓再磨机的磨浆效果测定, 该机仅能处理筛浆机的粗渣, 磨后打浆度仅提高 15°SR; 留在 24 目上的粗长组分仅比进浆降低 1.8%; 而且再磨后的筛浆机粗渣率尚高达 45%。



表 7-4-4

φ1250低浓粗渣再磨机的测定

取样处	浓度 (%)	留24目 (%)	留42目 (%)	留30目 (%)	留150目 (%)	过150目 (%)	打浆度 (°SR)	裂断长 (m)	二道筛排渣率 (%)
再磨进口	4.06	79.8	2.80	2.60	1.60	13.2	7.5		
再磨出口	4.05	78.0	3.70	2.30	1.70	14.3	9.0		
磨后筛良浆	0.28	16.7	4.30	14.4	10.8	53.8	68.0	2250	45
磨木机成浆	2.80						76.0	2450	
工艺条件	(1) 加压电流: 70A (2) 通过量: 11.0t/d(绝干) 注: 再磨机处理的尾浆是二道CX筛的尾浆								

## 五、机械浆的中浓筛选与树脂脱除

### (一) 中浓筛选

中浓技术简称 MC, 是指以流态化现象的实践与理论为基础, 对机械浆磨浆后 (或化学浆蒸煮洗浆后) 以 8~15% 的浓度通过筛选、漂白、贮存与泵送的制浆过程; 并且在开发各种型式的高浓挤压过滤设备之后, 粗渣再磨与漂白的浓度还可高达 25~35%。

中浓技术是芬兰 Johan Gullichsen 等人与瑞典卡米尔等公司的合作者于 70 年代开始研究的, 至 80 年代中期最后开发中浓筛选成功后, 卡米尔与芬兰 Ahlstrom 等公司已能提供成套的机械浆中浓筛选与漂白设备。

流态化现象是中浓浆在高速旋转的叶轮 (中浓浆泵泵叶、筛浆机转子与混合器转子等) 与静止的器壁、筛鼓与挡板之间通过时, 由于受强烈的剪切应力而使纤维絮聚网络被破坏, 单根纤维可以自由移动, 纸浆呈现与水或低浓浆类似的水力学特性。国外试验, 浓度 10~12% 的木浆流态化的线速为 10~15m/s; 国内试验, 10% 浓度苇浆的流态化线速为 8m/s。

中浓筛选已用于 TMP、CTMP 与 LFCMP 的生产, 浓度可

达 8~12%, 筛选效率与传统低浓筛选相近, 对纤维束除去率可达 70%。低浓 (0.5~2%) 筛选每吨风干浆的流量约 80~150m³, 而中浓 (8~13%) 仅 6~11m³; 从而使设备规格, 容器管道占地尺寸与能耗等都大为减少。虽然中浓筛转速很高, 产生流态化的剪切应力需要较大的扭矩, 但因转子尺寸减小, 通过流量小, 仍可节省能耗; 日产 500t TMP 或 CTMP 的中浓筛选系统配用动力 600kW, 而低浓系统为 1650kW; 中浓筛选每吨浆的水耗 26m³, 而低浓为 500m³。表 7-4-5 是中浓筛选与低浓筛选之比较。

表 7-4-5

中浓与低浓筛选之比较

筛选浓度 (%)	中浓 8%	低浓 0.8%	低浓 0.5%
浆种	TMP	GW	GW
游离度 (mL, csf)	100~100	150	100
纤维束含量 <sup>(1)</sup> (%)	1~3	1.5~2	0.4~0.5
筛孔或筛缝尺寸 (mm)	缝宽 1	φ1.6	φ1
开孔率 (%)	10	20	20
筛选因子 Q	0.83	0.83	0.81
长纤维流失因子 T <sub>80</sub> <sup>(2)</sup>	0.55	0.53	0.4
浓缩比 (粗渣浓度/进浆浓度)	1.6	1.4	1.8

(1) 纤维束含量用 Somerville 振动筛测定, 筛缝 0.15mm。

(2) T<sub>80</sub> 是用 Bauer McNett 筛分仪测定留在 30 目以上的长纤维流失因子。

图 7-4-38 是 Mexican 浆厂 270 风干 t/d 松木 CTMP 的中浓筛选流程, 纸浆游离度 100~400mL CSF。进入中浓筛的纸浆均用中浓泵送入, 其常用进浆装置如图 7-4-39 所示。

中浓筛选与粗渣再磨相结合的流程比较节省占地与能耗; 其再磨设备可以采用盘磨机, 如图 7-4-40 所示。流程中所采用的中浓泵与挤浆浓缩设备将在本章第五节叙述。



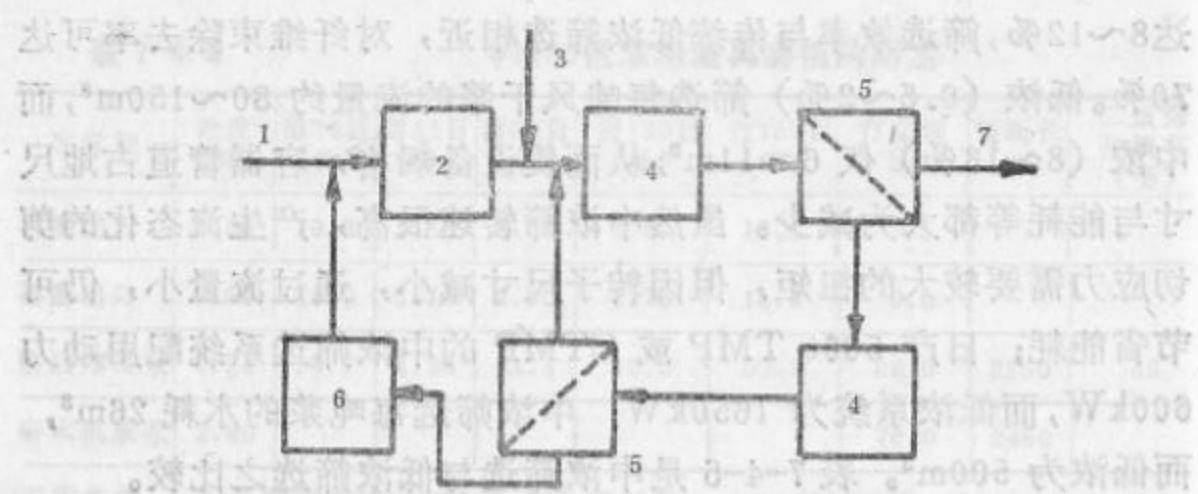


图 7-4-38 Mexican 浆厂 270t/d 松木 CTMP 中浓筛选流程

1—一段盘磨来浆 2—二段盘磨 3—稀释水稀释至10%浓度 4—中浓泵 5—中浓筛 6—螺旋挤浆机 7—送往浓缩漂白

纸浆游离度 100~400(csf, mL)

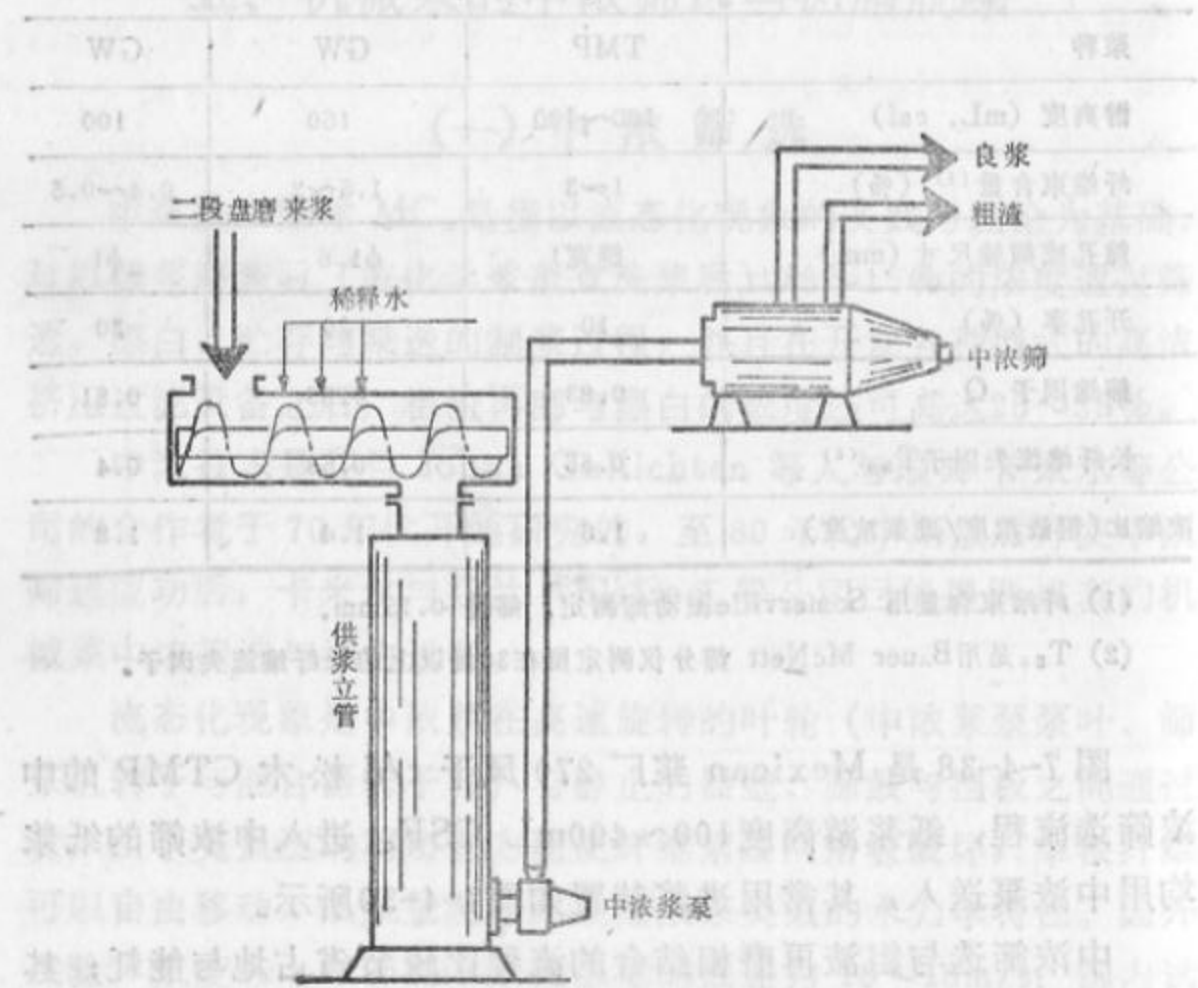


图 7-4-39 中浓筛筛选CTMP的进浆装置

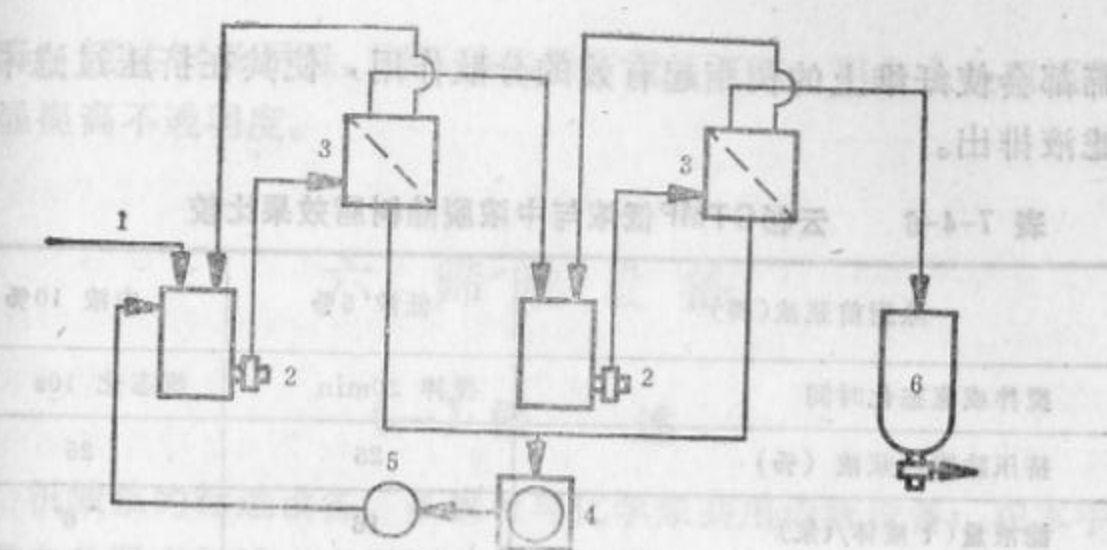


图 7-4-40 中浓筛选与粗渣再磨流程

1—盘磨机来浆 2—中浓浆泵 3—两段中浓筛 4—挤压浓缩机  
5—盘磨机 6—中浓浆池

## (二) 机械浆树脂的脱除

机械浆中存在树脂，类似化学浆未洗涤前溶质吸附在纤维上的现象。用 CTMP 制造生活用纸及绒毛浆，若未去除树脂则会残留臭味，并且是漂白中提高白度的主要障碍之一；尤其是使用树脂含量高的松木为原料与白水封闭循环时更为突出。除了可在盘磨机中加表面活性剂如 Berocell 或用丙酮抽提等以化学药剂控制的方法外，除树脂也可以用类似化学浆多段洗涤的方法，即每段均经过稀释搅拌后过滤脱水。

在中浓流态化技术未被应用前，一般是将浆料稀释至约 5% 浓度搅拌 20min 使树脂从纤维上解吸，然后用挤压过滤机浓缩至约 30% 浓度，这样经 2~3 段洗涤才能达到脱除树脂的目的。但低浓搅拌法用水量多，搅拌时间长，设备容积大，对于低滤水度的机械浆也难以达到过滤前后的较大浓缩比，所以投资与生产成本过高，废水处理难度加大。

中浓技术应用于机械浆后发现，纸浆经流态化后，树脂粒子从纤维上脱落的时间缩短；并且可挤压至较高浓度排出滤液少，废水处理简化。在中浓纸浆输送与筛选过程中，中浓浆泵与中浓

筛都会使纤维上的树脂起有效的分散作用,使其在挤压过滤中随滤液排出。

表 7-4-6 云杉CTMP低浓与中浓脱除树脂效果比较

除脂前浆液(%)		低浓 5%	中浓 10%
搅拌或流态化时间		搅拌 20min	流态化 10s
挤压除脂后浆液(%)		25	25
滤液量(t液体/t浆)		16	6
DCM 抽出物 (g/L)	除脂前纸浆	0.67	0.67
	除脂后纸浆	0.26	0.27
	滤液	0.26	0.67

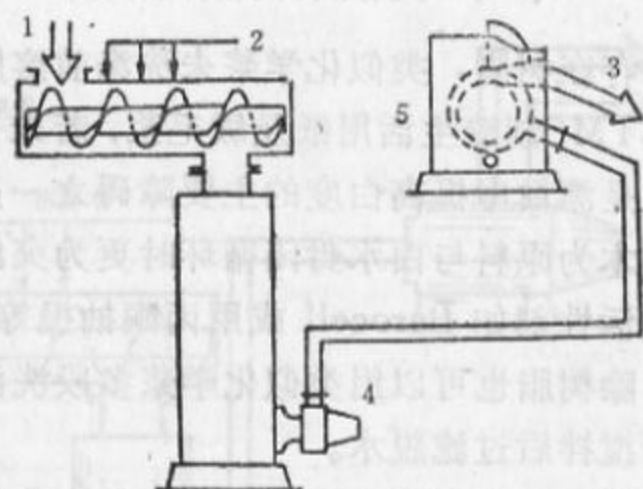


图 7-4-41 CTMP的中浓除树脂装置

1—盘磨机来浆 2—洗涤稀释水 3—除脂后出浆 4—中浓浆泵  
5—卡米尔压榨洗浆机

图 7-4-41 是中浓除树脂装置的一段,采用卡米尔压榨洗浆机可将 10%中浓浆挤压至 35%;云杉 CTMP在 65℃时用此法可减少树脂含量 45%。中浓与低浓脱除树脂效果比较见表 7-4-6。

可以在马尾松 GW 漂白前用表面活性物质白土预处理,能除去部分树脂抽出物;白土用量在 10%以内,对 2%浆浓在 60℃下处理 1h,白度可增加 3.2 度,扩张、撕裂、耐破三种指数仅略有

下降;超过 10%用量,则三种指数有明显下降。用白土处理还可明显提高不透明度。

## 六、筛选设备

### (一) 概述

机械浆的筛选设备,多数可与化学浆共用传统设备;在本手册第七分册中叙述。本章着重介绍适用于机械浆的部分有代表性的设备。

机械浆的筛选设备,除了 GW 还采用高频振框平筛除节外, GW 与盘磨机械浆的筛选几乎不用振动筛。即使采用压力筛,也几乎不用筛缝;这里因为:

① 机械浆要筛除的纤维束、小纤维束与断块,其宽度或厚度都在 0.25mm 以下,若配用 0.25mm 及更窄的筛缝,则造价贵,产量低,长纤维损失大。

② 离心筛与压力筛的筛选机理很适宜于筛除硬直的纤维束而使柔软的长纤维通过筛孔;在适当的环流速度下可阻止比筛孔直径小的硬直或块形组分。在筛孔直径为 2.5~3.5 倍筛缝宽度时,两者可取得同样的筛选效率。

③ 筛缝适宜筛除的块状组分如断块等,也可以由涡旋除渣器加以筛除。

用于机械浆的筛浆机有离心筛与压力筛,筛板开孔率一般是 12~23%;纸浆在筛鼓附近有三个方向的运动速度,即切向(即环流)流速、径向(即穿过筛孔)流速与轴向(即从筛鼓进浆端

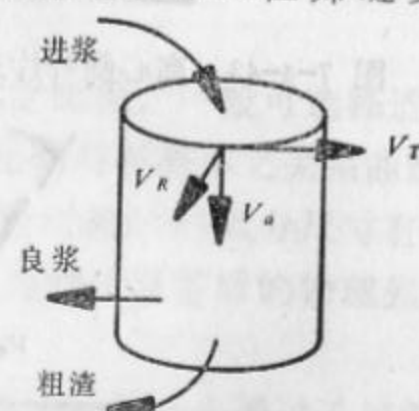


图 7-4-42 筛鼓附近三个方向流速示意图

$V_T$ —切向流速  $V_R$ —径向流速  
 $V_A$ —轴向流速



向排渣端)流速,如图7-4-42。离心筛(如寇文筛等)的叶片圆周速度约在15m/s左右,即在叶片末端旋转速度约为径向流速的10~15倍,一般离心筛叶片末端与筛板距离约在12.7mm左右,在这一距离内产生切向(即环流)速度逐渐下降,如图7-4-43所示。环流速度大于径向速度导致所有组分的长度方向与筛孔轴向成一倾斜角度,即该组分必须斜穿筛孔。这一倾斜角度越大,越能阻止较长的组分通过筛孔,如图7-4-44所示。叶片末端与筛鼓之间环流速度的逐渐下降,又导致硬直组分在斜穿筛孔时受到不同的速度差产生的流体剪力,使硬直组分受到翻转而难以通过筛孔,如图7-4-45所示。

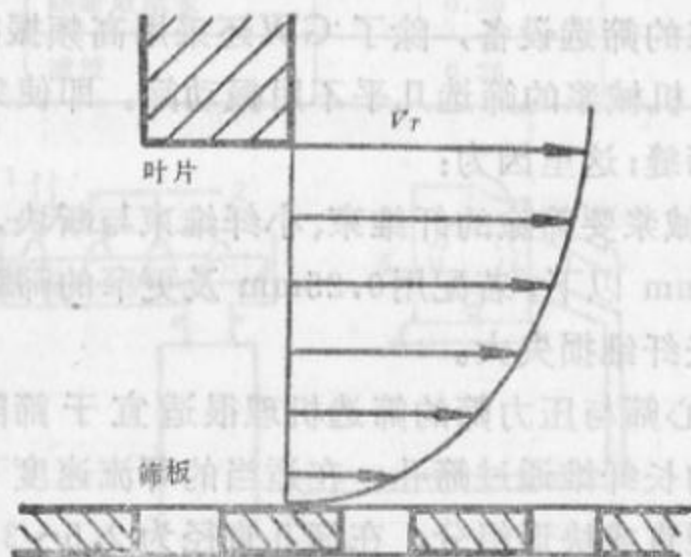


图 7-4-43 离心筛叶片末端至筛板之间切向流速的逐渐下降

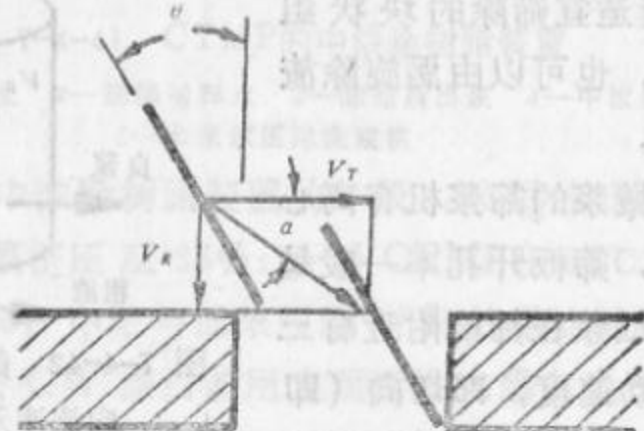


图 7-4-44 纤维束等硬直组分穿过筛孔的倾斜角度  
 $d-V_t$ 与 $V_R$ 的合成流向角度  $Q$ —纤维束穿过筛孔的临界角度

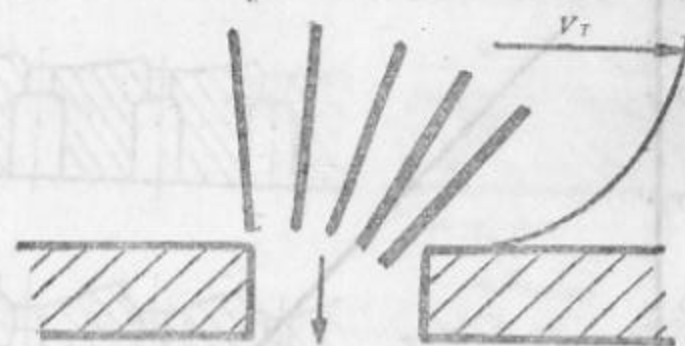


图 7-4-45 纤维束等硬直组分在 $V_t$ 速度差下的逐渐翻转示意图

压力筛的旋翼离筛鼓很近,对压力筛内三向流速的分析还存在不同的意见。1975年,R·A·Koffinke建议,旋翼筛通过筛孔的流速不应超过1.8~2m/s,超过者会发生堵塞。还有人认为,通过筛孔的最大压力差为70~100kPa,径向流速 $V_R$ 为0.5~1.8m/s。按通过量与开孔率计算,压力筛的轴向流速约为0.3~0.9m/s;而不论是内流式还是外流式,其进浆流速很少超过0.6~0.9m/s。Koffinke认为,内流式旋翼筛的旋翼圆周速度至少应10倍于径向流速,范围为12~18m/s。也有推荐机械浆旋翼速度以13.2m/s左右为好。

一般压力筛的筛选效率比离心筛低、但单位产量则高得多。现在机械浆用的压力筛,倾向于装用类似离心筛的转子来代替旋翼。

选用筛孔直径与纤维长度之间有一定比例,一般可选择适当比例来控制粗渣率。图7-4-46是这一比例与粗渣率之关系曲线。

如前所述,孔板筛与涡旋除渣器各自所筛除的组分尺寸有所不同,这一结果表现在机械浆,分别通过两种设备后的物理强度的增减上,如表7-4-7所示。

因为涡旋除渣器电耗大,机械浆筛选流程总是先通过孔板筛,再根据抄造不同纸种对成浆质量的要求来安排涡旋除渣器在流程中的位置。安排次序如图7-4-8所示,即分别用于筛选:①一级孔板筛的良浆;②二段孔板筛的良浆;③粗渣再磨后孔板筛的

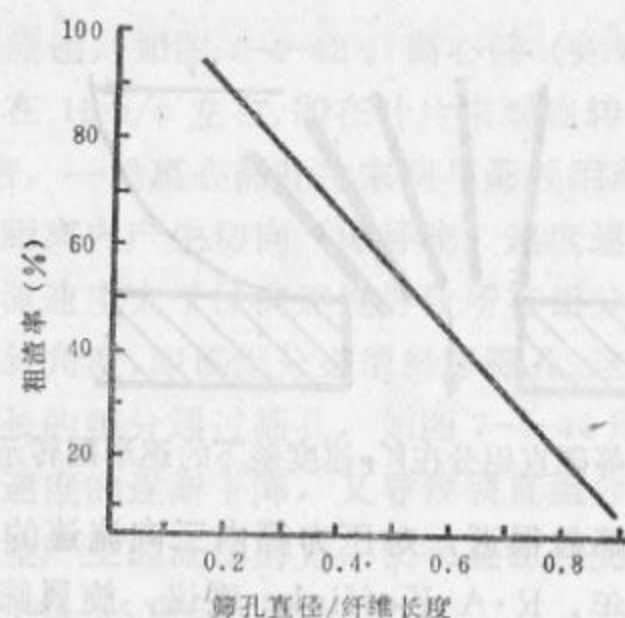


图 7-4-46 筛孔直径/纤维长度之比与粗渣率之关系

表 7-4-7 不同原料的TMP通过孔板筛与涡旋除渣器后物理强度的增减比例

TMP原料	云 杉		南方松	
	一段孔板筛	一段涡旋除渣器	一段孔板筛	一段涡旋除渣器
粗渣率(%)	8	10	25	10
撕裂度(%)	-4.5	+6.2	-6.5	+6.2
裂断长(%)	0	+8.1	+4.1	+8.1
耐破度(%)	+6.9	+3.4	+5.0	+3.4

良浆。为减少涡旋除渣器的纤维流失，最后一段已流行装置节浆器，如流程图 7-4-9 与 7-4-17 所示。

近来，机械浆也已采用波形筛板，如图 7-4-47 所示，主要效益是提高筛浆机产量，或减小筛孔而不降低产量。波形筛板的长纤维得率增加，因而对游离度、各组分的筛分和粗渣率均有影响。波形筛板更适宜于长纤维含量多的浆，对短纤维含量多或装用小筛孔者效果不明显。在相同的粗渣率时，波形筛板与普通筛板的筛选效率相似；装用波形筛板后应调整粗渣率。对波形筛板效果

的解释则认为它改变了组分通过筛板的角度的。

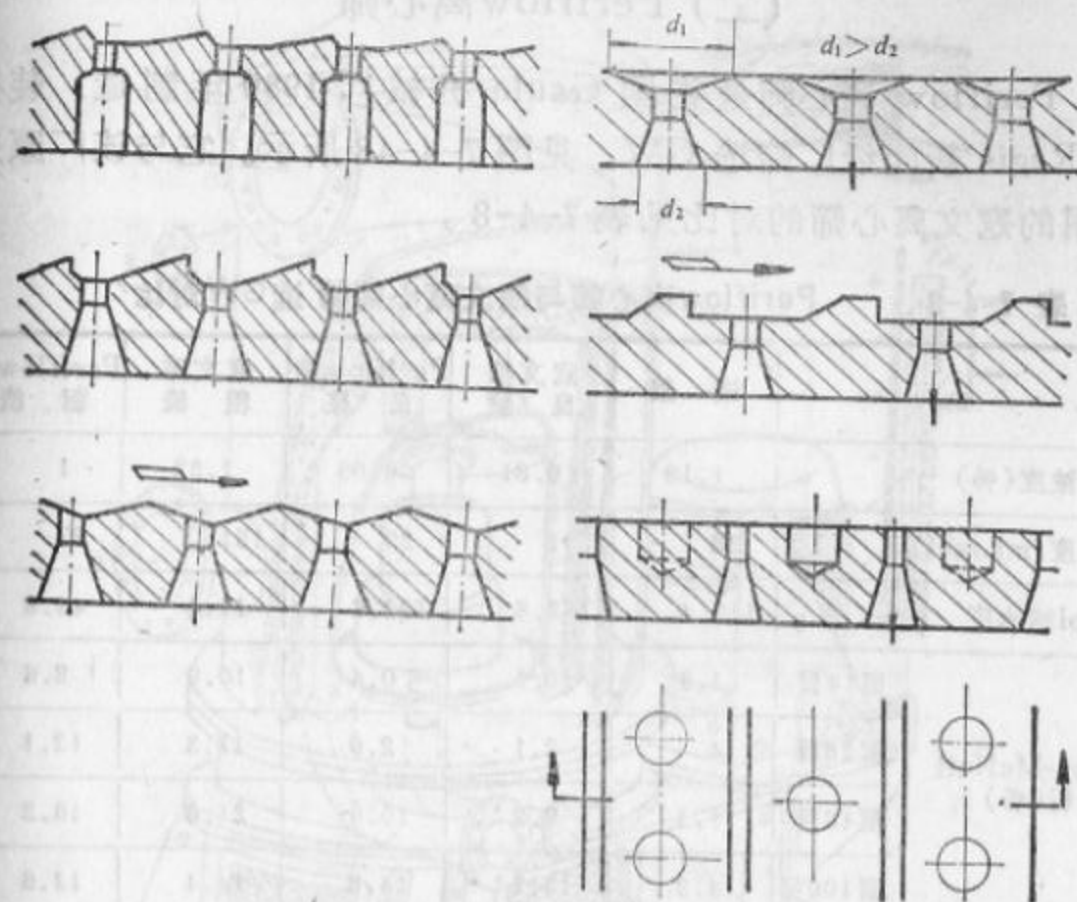


图 7-4-47 波形筛板的种类

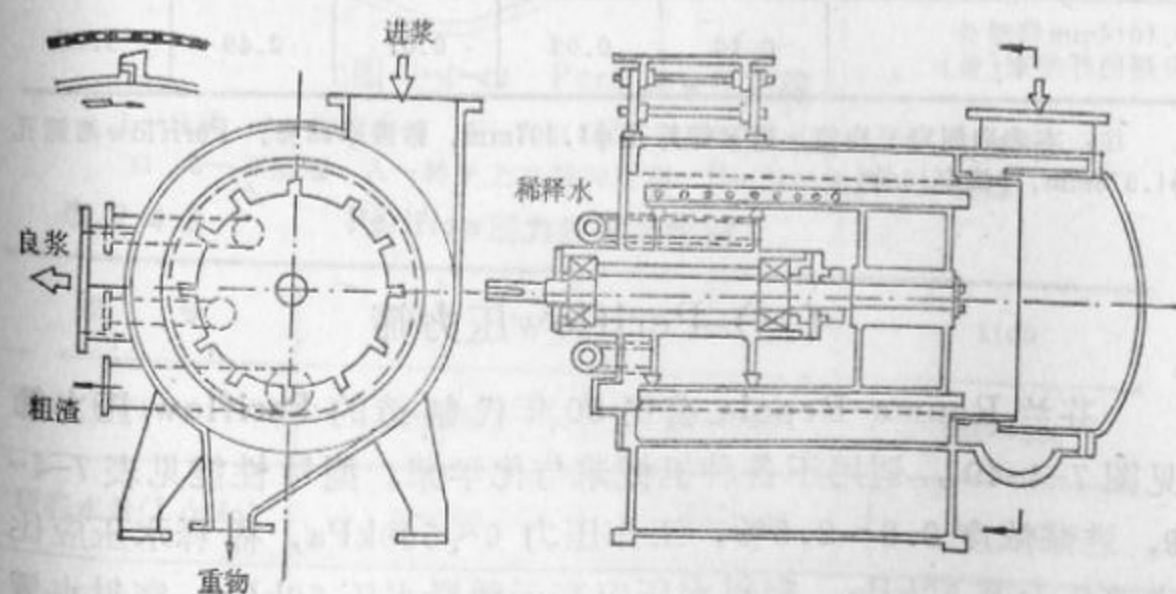


图 7-4-48 Periflow离心筛



## (二) Periflow离心筛

Periflow 离心筛是美国 Gaula 机械厂 1980 年制造, 装在 St. Regis 新闻纸厂筛选 GW, 见图 7-4-48 所示。它与该厂原来装用的寇文离心筛的对比见表 7-4-8。

表 7-4-8 Periflow 离心筛与寇文离心筛筛选 GW 对比

	进 浆	寇文筛 良 浆	Periflow 筛 良 浆	寇文筛 粗 渣	Periflow 筛 粗 渣
绝干浓度(%)	1.13	0.81	0.95	1.22	1
游离度(mL/csf)	28	31	29	151	67
Tappi 滤水度	113.4	153.5	123.6	11.4	43.8
Bauer-McNett 筛分析(%)	留14目	1.3	0.6	10.9	8.6
	留28目	4	2.1	17.3	12.1
	留48目	11.5	9.2	21.6	16.2
	留100目	14.2	13.7	14.4	13.6
	留200目	15.6	15.9	10.5	12.2
	过200目	53.4	58.5	25.3	37.3
0.1016mm 筛缝分 析筛的纤维束(%)	0.38	0.03	0.07	2.49	3.16

注: 本表取测定平均值。寇文筛筛孔  $\phi 1.397\text{mm}$ , 排渣率 15%。Periflow 筛筛孔  $\phi 1.575\text{mm}$ , 排渣率 10%。

## (三) Periflow 压力筛

芬兰 Rauma-Repola 公司 80 年代制造的 Periflow 压力筛见图 7-4-49, 适用于各种机械浆与化学浆。型号性能见表 7-4-9, 进浆浓度 0.8~2.5%, 工作压力 0~500kPa, 稀释水压应比进浆压力高 50kPa, 密封水压应高于稀释水压 50kPa, 密封水量 2~8L/min, 转速 375~500r/min。

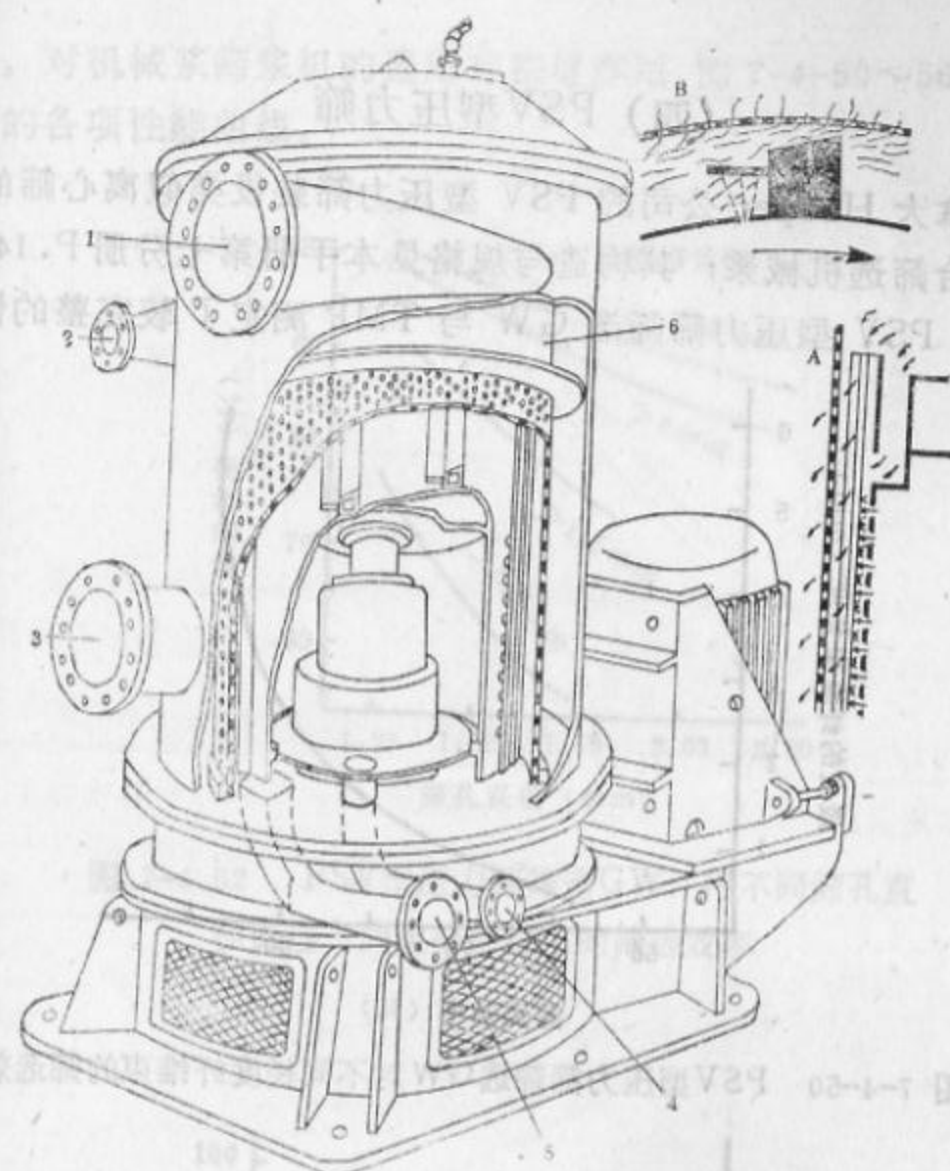


图 7-4-49 Periflow 压力筛

1—进浆 2—重物出口 3—良浆出口 4—稀释水进口 5—粗渣出口  
口 6—环形堰 A—转子上方轴向断面 B—转子圆周叶片断面

表 7-4-9 Periflow 压力筛型号性能

型 号	275	550	1100
能力(t/d)	10~200	30~350	150~800
稀释水量(L/min)	0~750	0~1000	0~2000
电机容量(kW)	37~55	55~110	110~200
净重(t)	1.6	2.2	3.1

#### (四) PSV型压力筛

加拿大 Hooper 公司的 PSV 型压力筛装设类似离心筛的叶片, 适合筛选机械浆; 其构造与规格见本手册第七分册 P.146~148。用 PSV 型压力筛筛选 GW 与 TMP 测定了较完整的性能

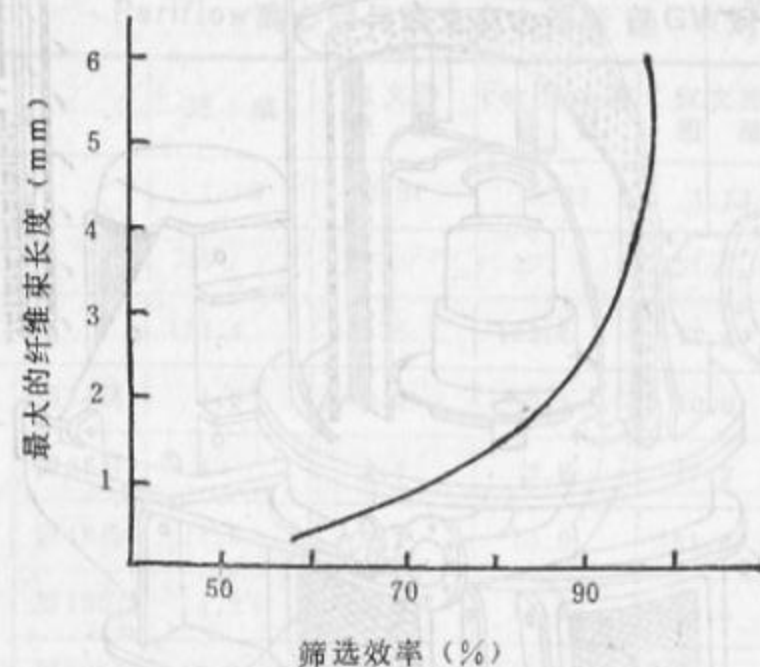


图 7-4-50 PSV型压力筛筛选GW对不同长度纤维束的筛选效率

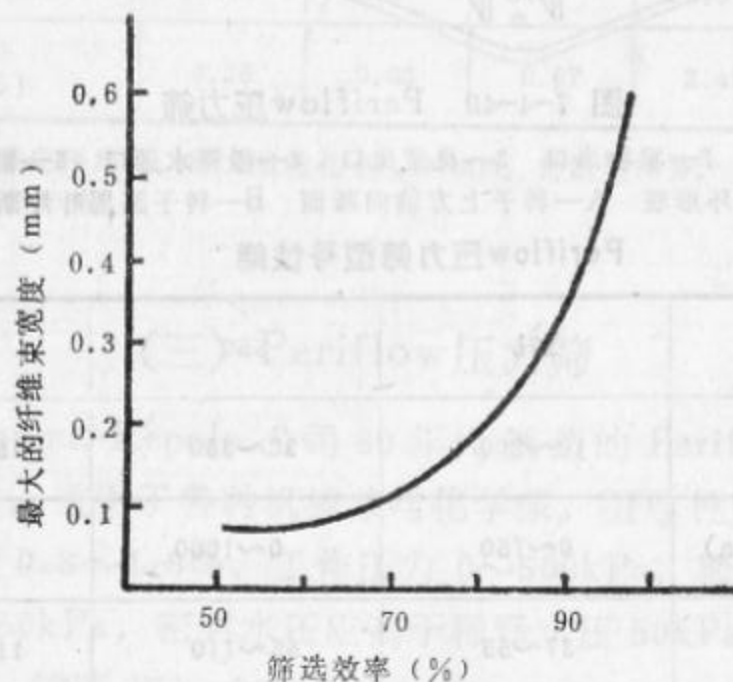


图 7-4-51 PSV型压力筛筛选GW, 对不同宽度纤维束的筛选效率

数据, 对机械浆筛浆机的选用有指导作用。图 7-4-50~56 是 PSV 型筛的各项性能曲线。

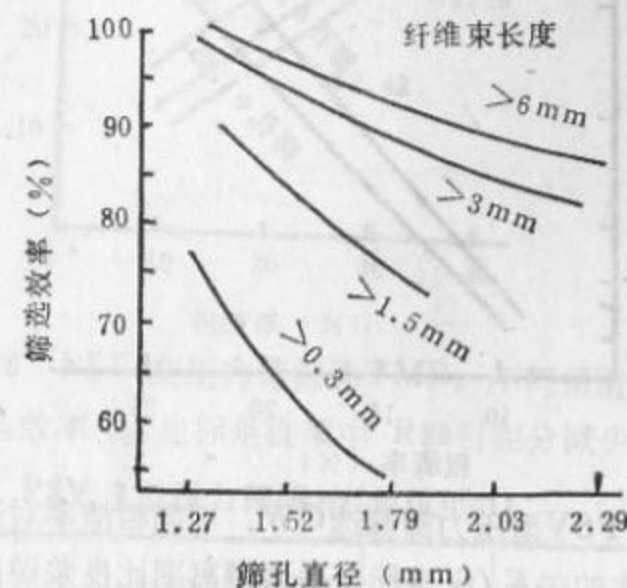


图 7-4-52 PSV型压力筛筛选GW, 用不同筛孔直径筛选不同组分纤维束的筛选效率

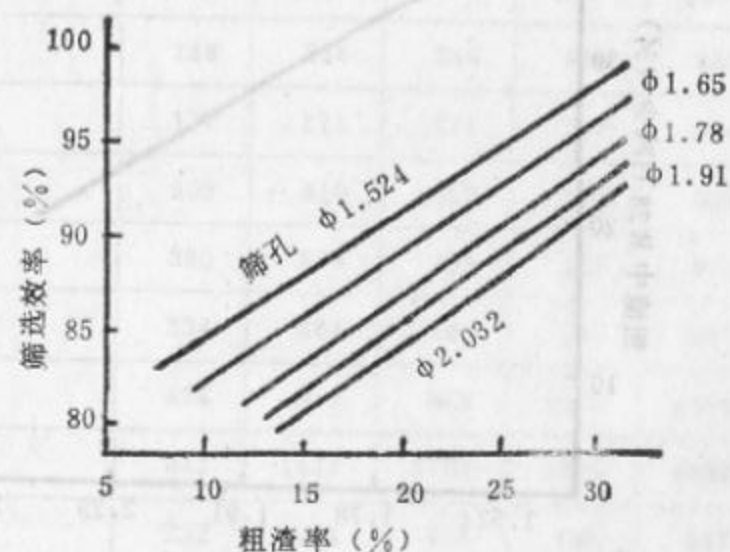


图 7-4-53 PSV型压力筛筛选GW, 用不同筛孔直径的粗渣率与筛选效率的关系



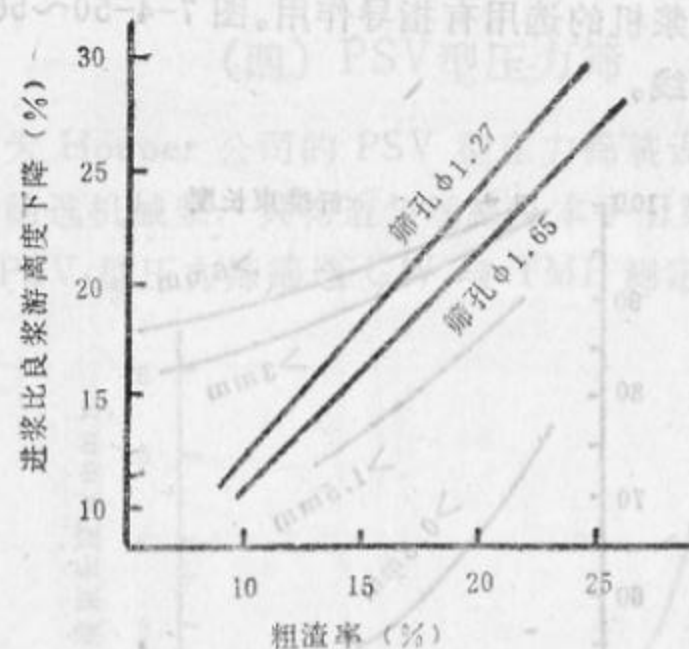


图 7-4-54 PSV型压力筛筛选GW, 不同粗渣率对进浆与良浆游离度变化的关系(纵坐标是进浆游离度比良浆游离度下降的百分比)

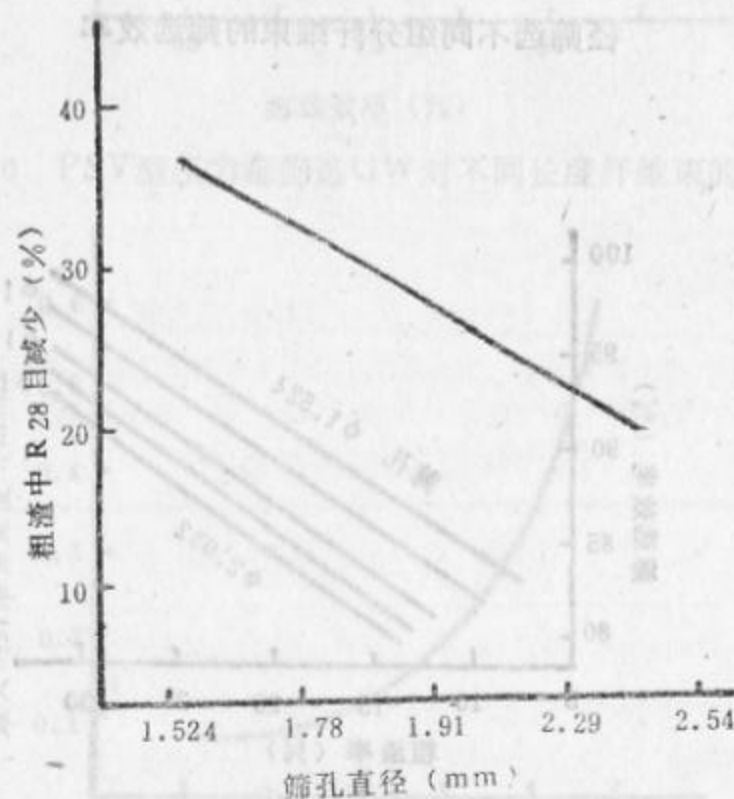


图 7-4-55 PSV型压力筛筛选TMP, 用不同筛孔直径对粗渣中R28目组分比例的关系(纵坐标是粗渣中R28目组分减少的百分比)

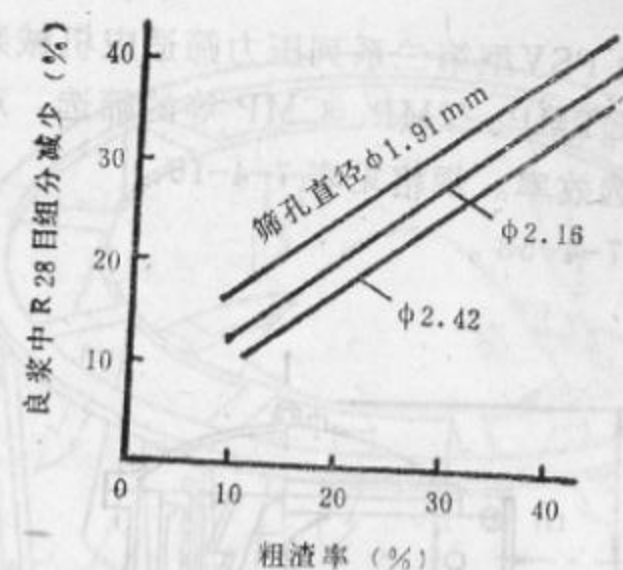


图 7-4-56 PSV型压力筛筛选TMP, 不同粗渣率对R28目组分的筛选效率(纵坐标是良浆中R28目组分减少的百分比)

表 7-4-10 PSV I型压力筛规格(单位mm)

PSV型号	2100	2200	2400	2600	2800	2900
进浆口D <sub>1</sub> 、良浆出口D <sub>2</sub>	φ150	φ200	φ300	φ350	φ400	φ500
粗渣出口D <sub>3</sub>	φ80	φ100	φ100	φ150	φ150	φ150
稀释水进口D <sub>4</sub>	φ40	φ40	φ50	φ65	φ80	φ80
稀释水进口D <sub>5</sub>	φ40	φ25	φ40	φ50	φ65	φ65
A	148	298	249	348	485	483
B	127	271	271	291	381	381
C	305	610	610	787	965	965
E	295	578	578	711	876	876
F	334	584	584	750	927	927
G	424	914	959	1099	1334	1359
H	843	1441	1788	2105	2388	2600
I	252	404	498	562	647	673
J	546	940	940	1194	1524	1524
电动机	(kW)	22	55	110	150	200
	(r/min)	1500	1500	1500	1500	1000

Hooper 公司的 PSV 型第二系列压力筛适应机械浆筛选的需要, 可用于 GW、CTMP、TMP、CMP 等的筛选, 对小纤维束与断块有较高的筛选效率。规格见表 7-4-10。

表中代号见图 7-4-58。

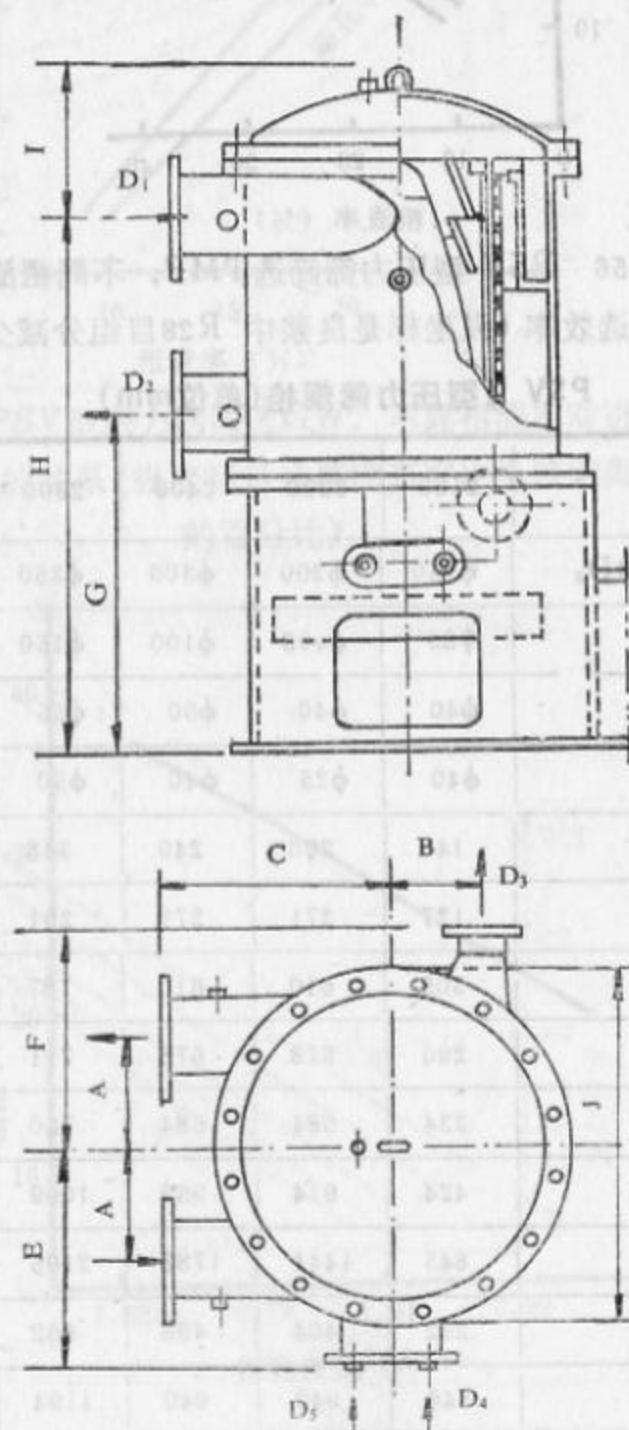


图 7-4-57 PSV II 型压力筛(尺寸见表 7-4-10)

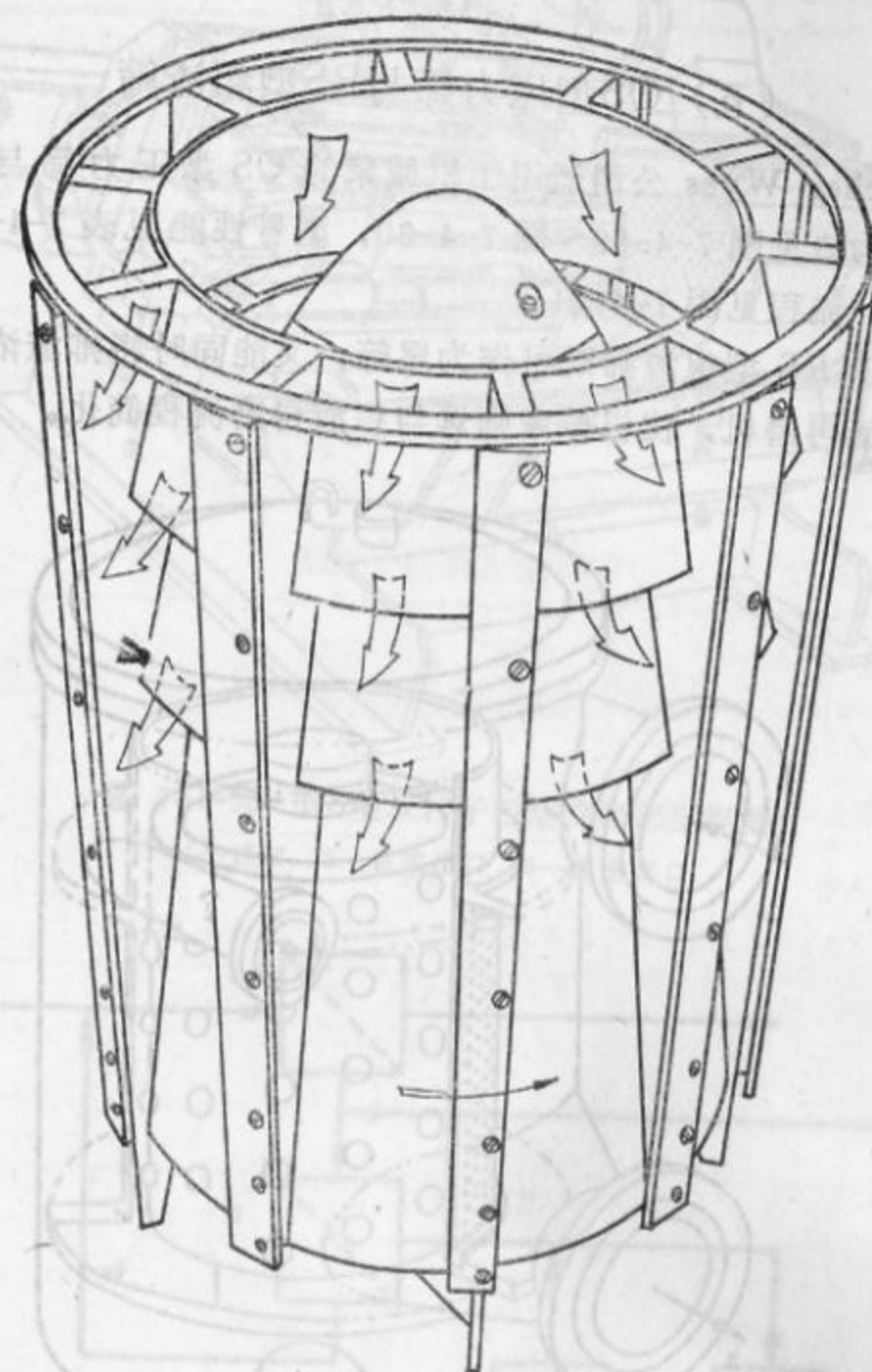


图 7-4-58 PSV I 型压力筛转子

PSV II 型压力筛外形及转子见图 7-4-57 及图 7-4-58, 此转子可将进浆分为三股浆流分别送至筛鼓的上中下三区, 充分发挥筛鼓有效面积, 使其均能在最适宜的浓度和浆环厚度下工作, 筛选 TMP 时纤维束除去率高而长纤维流失低, 筛选 GW 浆时对小纤维束与断块的筛选效率可与涡旋除渣器相比拟。



### (五) OS型压力筛与RS型粗渣筛

Escher Wyss 公司适用于机械浆的 OS 型压力筛与 RS 型粗渣筛构造见图 7-4-59~图 7-4-60, 型号性能见表 7-4-11~表 7-4-12, 流程见图 7-4-61。

由于 RS 型粗渣筛既可作为尾筛, 又能同时将排渣浓缩至适合送粗渣再磨机, 使机械浆筛选与粗渣再磨流程简化。

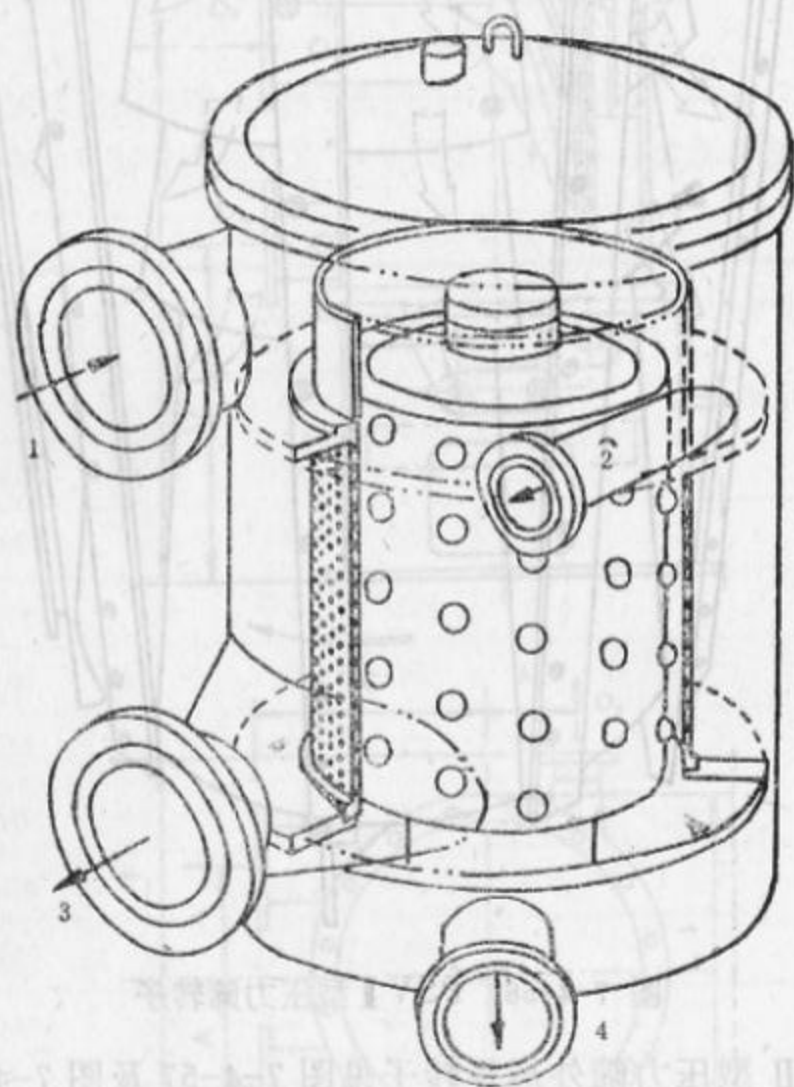


图 7-4-59 OS型压力筛局部剖视图

1—进口 2—重杂质出口 3—良浆出口 4—粗渣出口

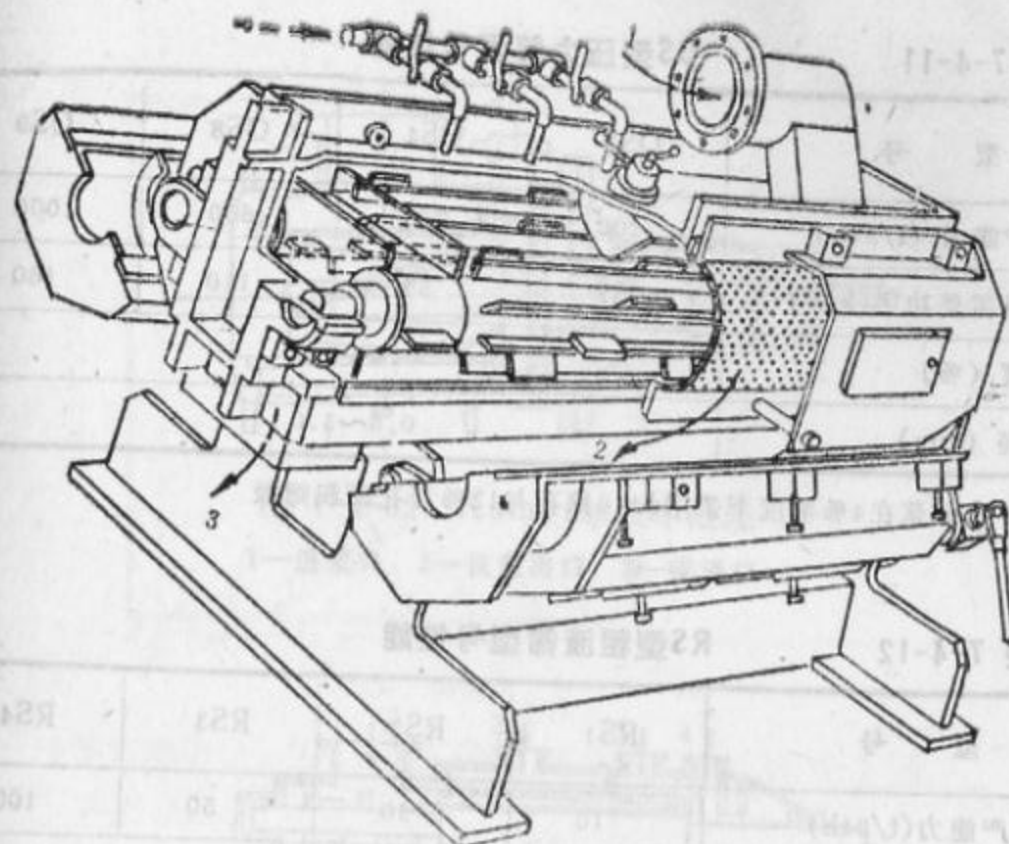


图 7-4-60 RS型双转子粗渣筛局部剖视图

1—进口 2—良浆出口 3—粗渣出口

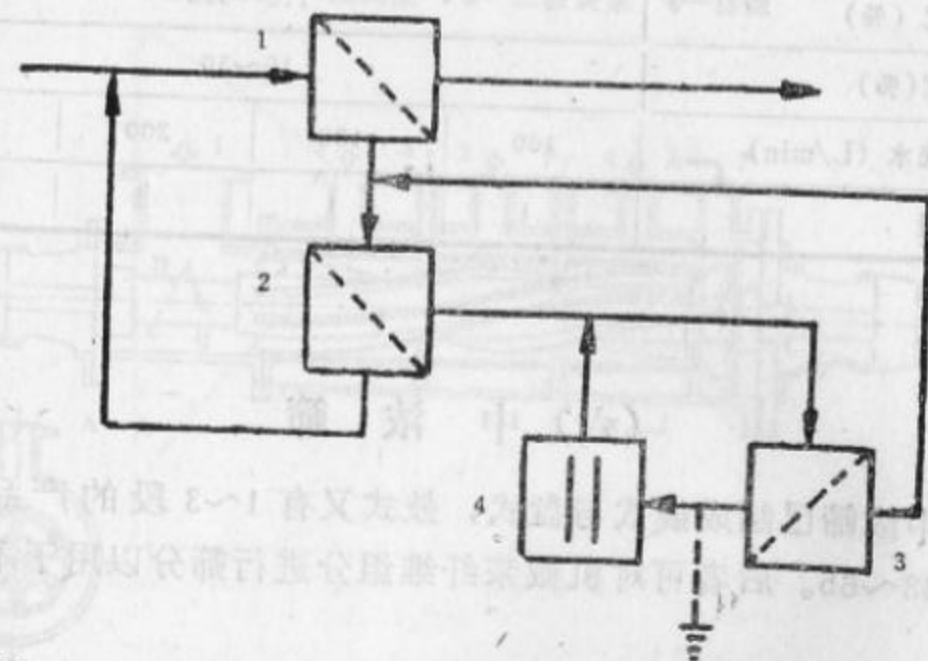


图 7-4-61 由OS型压力筛与RS型粗渣筛组成的机械浆筛选与粗渣再磨流程

1, 2—OS型压力筛 3—RS型粗渣筛 4—粗渣盘磨机

表 7-4-11

OS型压力筛型号性能

型 号	OS2	OS4	OS8	OS9
最大生产能力 (t/24h)	200	350	650	1000
最大产量需要功率(kW)	37	55	110	160
进浆浓度 (%)	3.0~5.0			
筛孔直径 (mm)	0.8~3.0			

注：机械浆在4%浓度下采用 $\phi 1.6$ 筛孔与12%开孔面积筛鼓

表 7-4-12

RS型粗渣筛型号性能

型 号	RS1	RS2	RS3	RS4
最大生产能力(t/24h)	15	30	50	100
最大能力所需功率(kW)	30	45	65	95
筛孔直径(mm)	2.0~3.0			
进浆浓度 (%)	1.5~5.5			
排渣浓度 (%)	10~30			
稀释淘洗水 (L/min)	100	100	200	200
转子数量	1	1	2	2

## (六) 中 浓 筛

中浓筛已制成鼓式与盘式，鼓式又有1~3段的产品，见图7-4-63~65。后者可对机械浆纤维组分进行筛分以用于不同的用途。

图7-4-65~图7-4-68是中浓筛筛选机械浆的几组性能曲线，其代号见本节一、(四)的叙述。

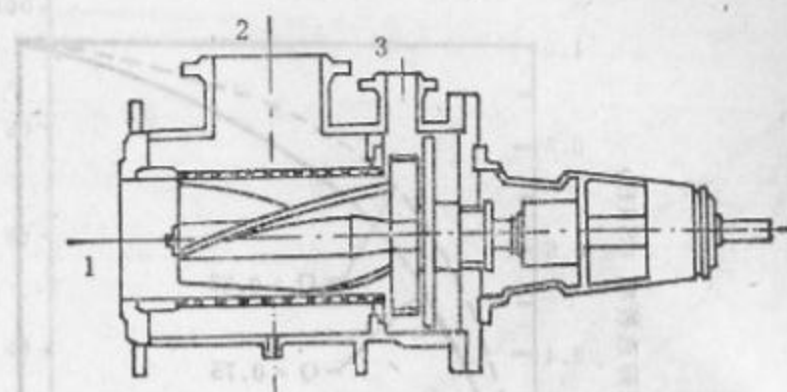


图 7-4-62 Kamyr单段中浓筛

1—进浆口 2—良浆出口 3—排渣口

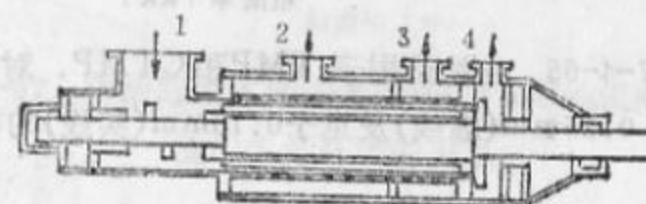


图 7-4-63 两段筛选的中浓筛

1—进浆 2—一段良浆 3—二段良浆 4—排渣

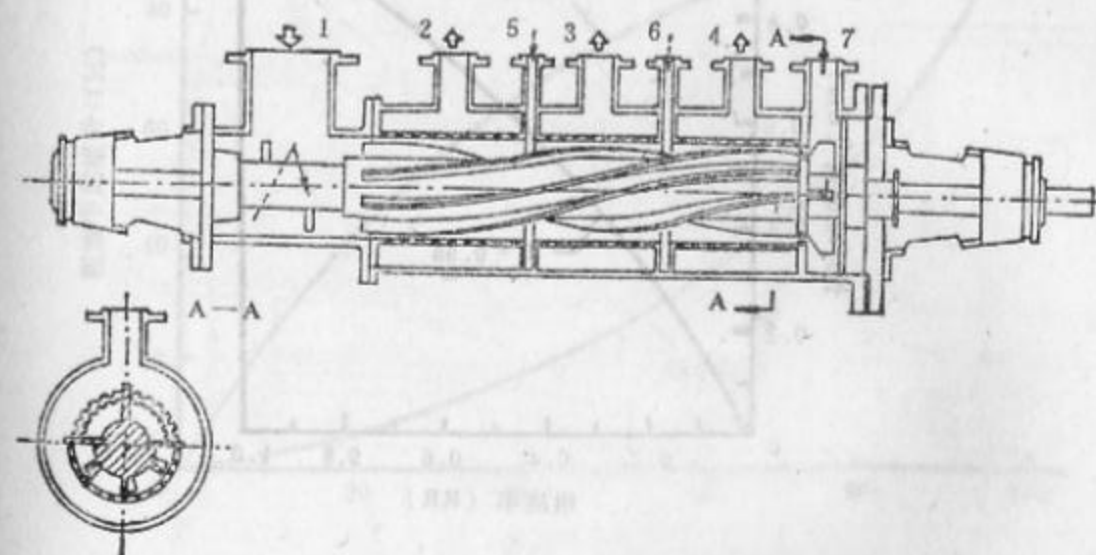


图 7-4-64 三段筛选的中浓筛

1—进浆 2、3、4—各段良浆 5、6—稀释水 7—排渣



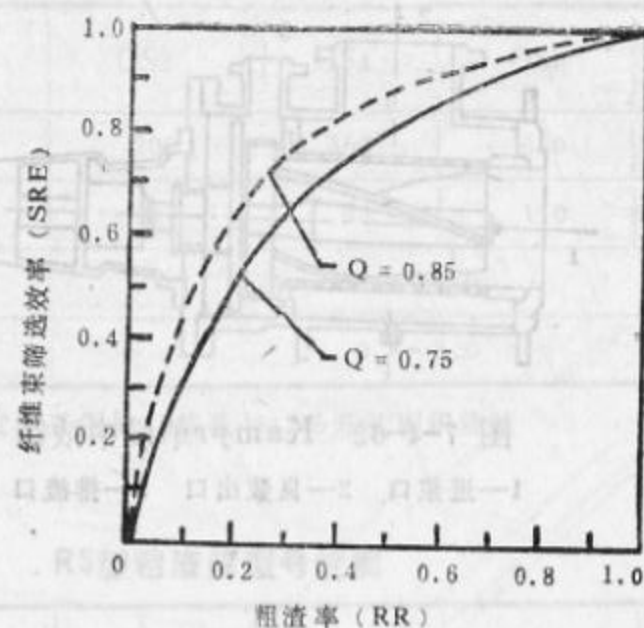


图 7-4-65 中浓筛用于 TMP 和 CTMP, 对纤维束宽于 0.25mm(虚线)及宽于0.15mm(实线)的筛选效率

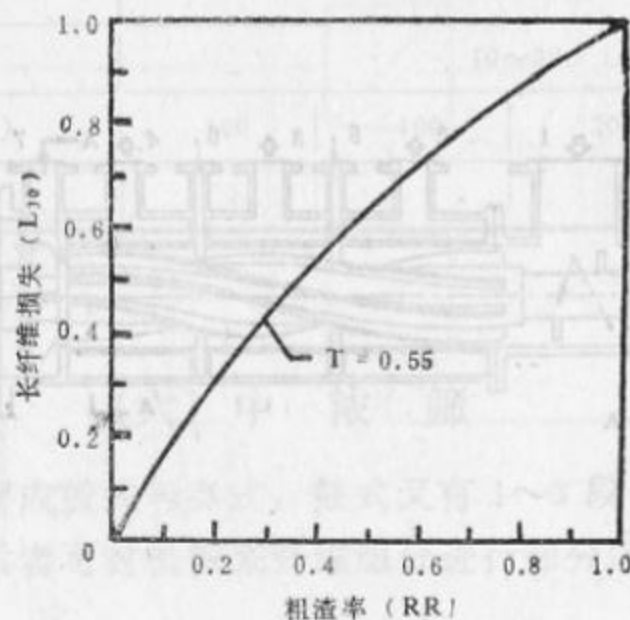


图 7-4-66 中浓筛用于CTMP的长纤维流失率曲线

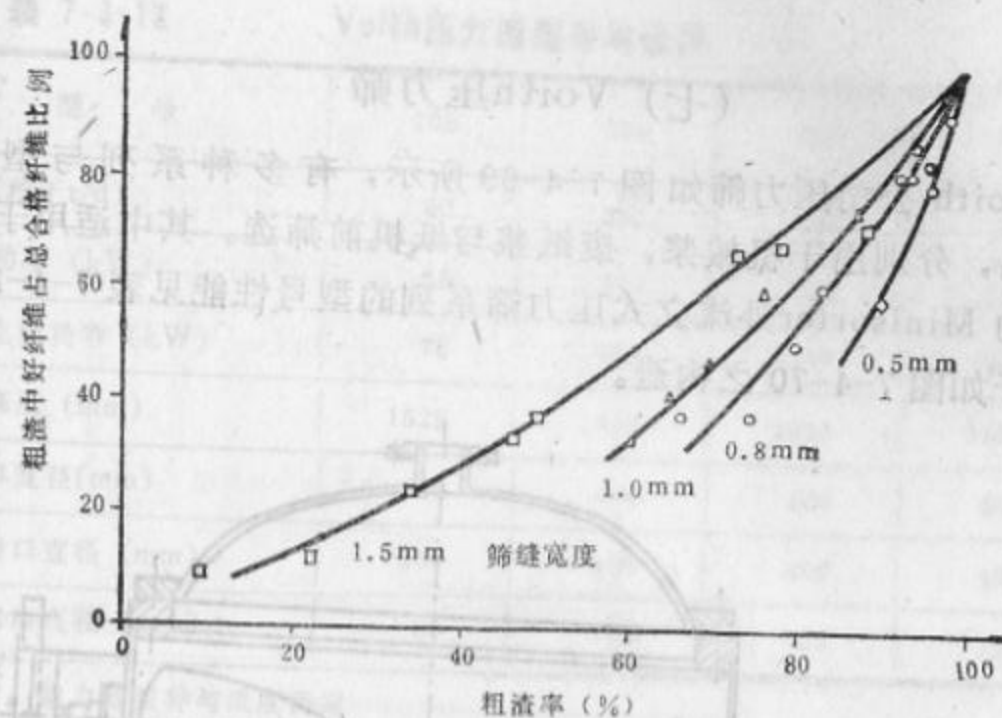


图 7-4-67 中浓筛用不同筛缝筛选CTMP的粗渣率与粗渣中含好纤维的关系

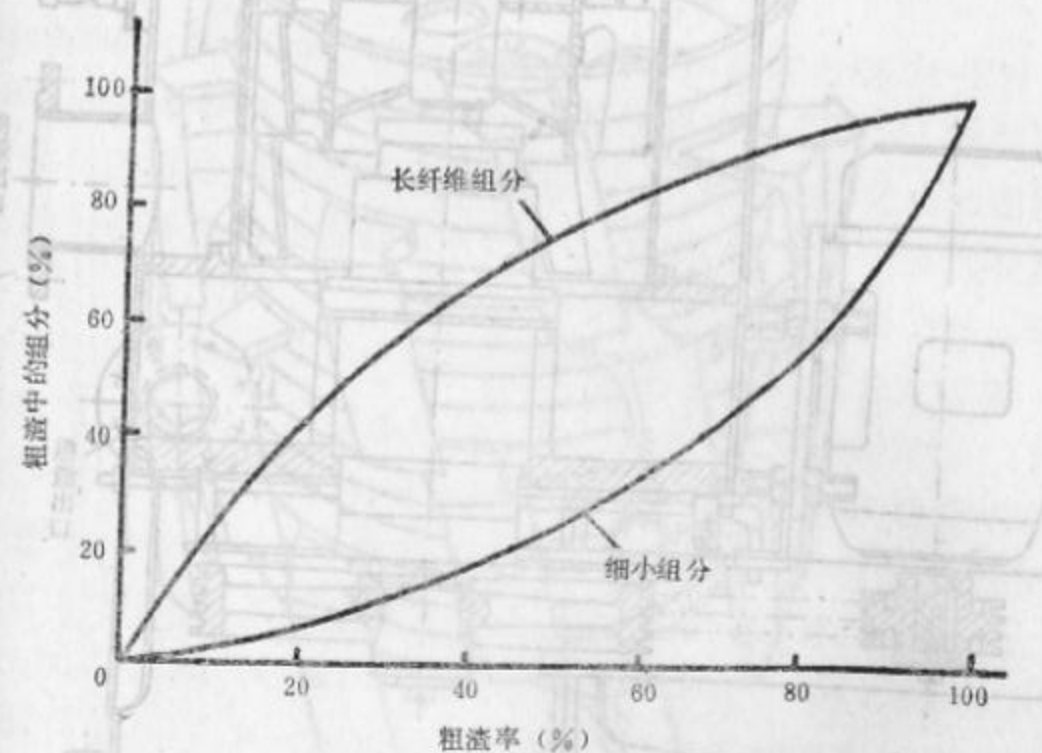


图 7-4-68 中浓筛的粗渣率与粗渣中的长纤维与细小纤维组分的含量关系

### (七) Voith压力筛

Voith 公司压力筛如图 7-4-69 所示, 有多种系列与型号的产品, 分别用于机械浆、废纸浆与纸机前筛选。其中适用于机械浆的 Minisorter 外流立式压力筛系列的型号性能见表 7-4-13、其转子如图 7-4-70 之构造。

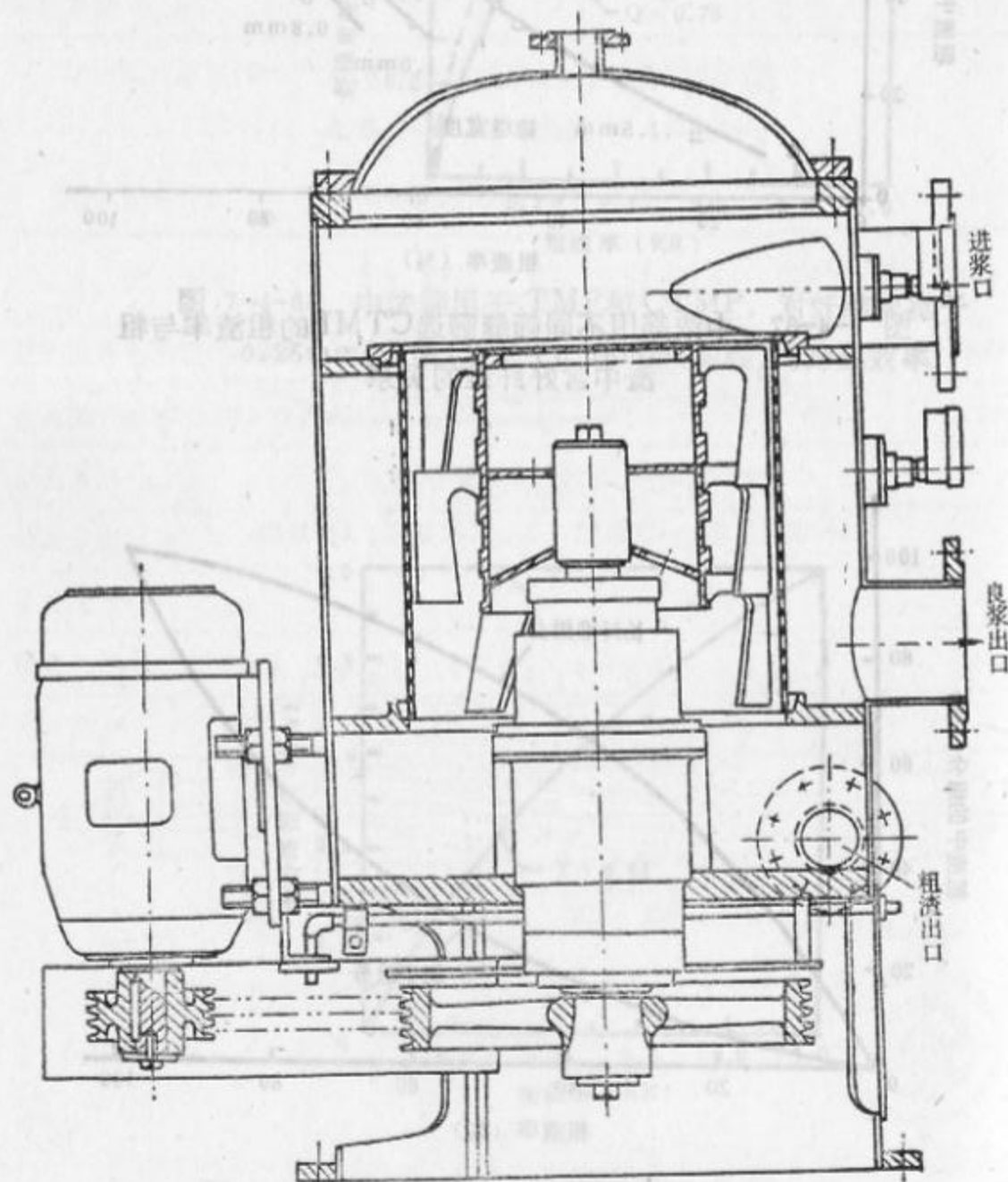


图 7-4-69 Voith压力筛构造图

表 7-4-13

Voith压力筛型号与性能

型 号	100	200	201	300
能力(绝干t/d)	80	200	150	380
需要功率(kW)	60	110	90	145
配用电动机功率(kW)	75	132	110	160
设备高度(mm)	1525	1933	1993	3190
进浆口直径(mm)	250	400	400	500
良浆出口直径(mm)	250	400	400	500
粗渣出口直径(mm)	80	125	125	125

注: 能力随浆种与浓度而定

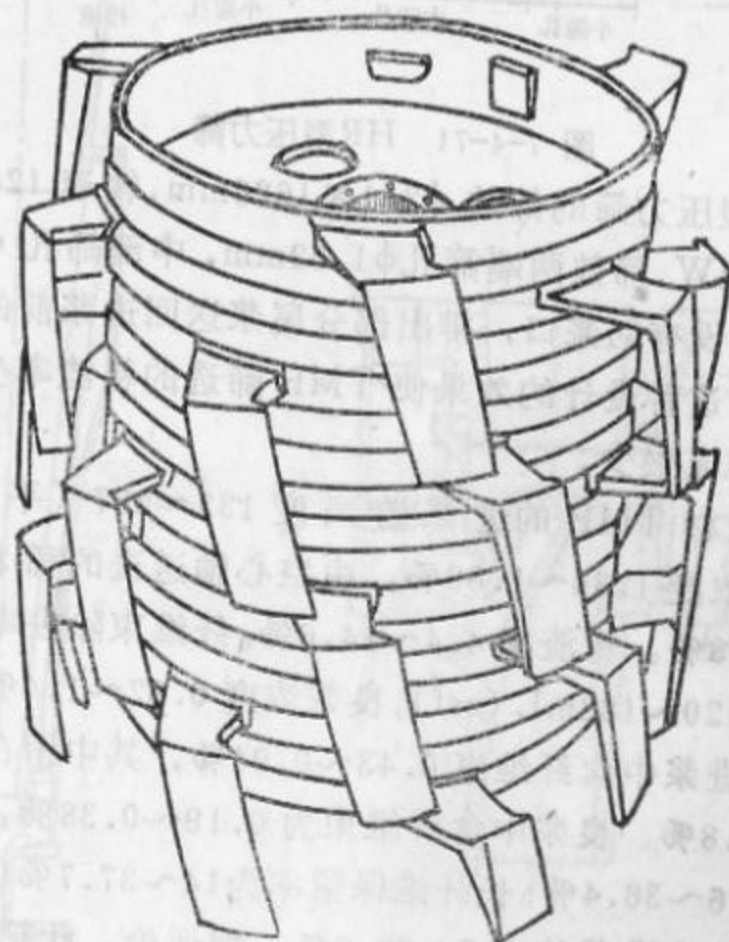


图 7-4-70 Voith压力筛转子



## (八) HP型压力筛

由 C-E Bauer 公司制造的 HR-20 型压力筛装在 Bowater Newfoundland 纸厂筛选加拿大云杉 TMP, 具有筛选效率高而长纤维流失低的性能。此筛的特征是筛鼓的长径比高与具有类似离心筛的辐射形 (Hi-Ratio) 叶片转子而取名 HR 型, 其构造如图 7-4-71。

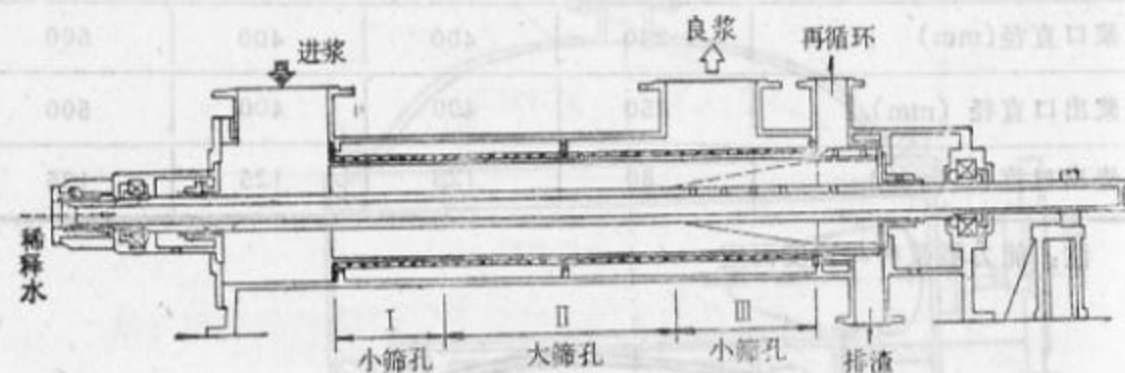


图 7-4-71 HR型压力筛

HR-20 型压力筛的筛鼓  $\phi 341 \times 1626\text{mm}$ , 转速  $1200\text{r/min}$ , 电机功率  $112\text{kW}$ , 筛鼓两端筛孔  $\phi 1.52\text{mm}$ , 中部筛孔  $\phi 1.78\text{mm}$ ; 在排渣口之前设有回浆口, 排出部分尾浆送回进浆前的消潜浆池供循环再筛。这种设计的效果使 TMP 筛选的粗渣率少、筛选效率高、长纤维流失少。

加拿大云杉 TMP 的进浆游离度  $133 \sim 287$  (平均  $193$ )  $\text{mL}(\text{csf})$ , 进浆浓度  $1.34 \sim 1.82\%$ 。由空心轴送进的稀释水量约为进浆流量的  $18\%$ 。粗渣率  $4.4 \sim 14.6\%$ 。纤维束除去率  $42 \sim 79\%$ 。良浆游离度  $120 \sim 182\text{mL}(\text{csf})$ , 良浆浓度  $0.92 \sim 1.4\%$ 。产量可超过  $200\text{t/d}$ 。进浆中含纤维束  $0.43 \sim 0.94\%$ , 其中留在 28 目的组分为  $33 \sim 38.8\%$ 。良浆中含纤维束为  $0.19 \sim 0.38\%$ , 留在 28 目的组分为  $27.6 \sim 36.4\%$ ; 长纤维保留率为  $14 \sim 37.7\%$  (平均  $20\%$ )。回流循环量约为进浆的  $5.7 \sim 22.8\%$ 。据评价, 此筛的筛选效率类似离心筛, 而生产能力则类似压力筛。

## (九) Celleco 涡旋除渣器及 RCC 节浆器

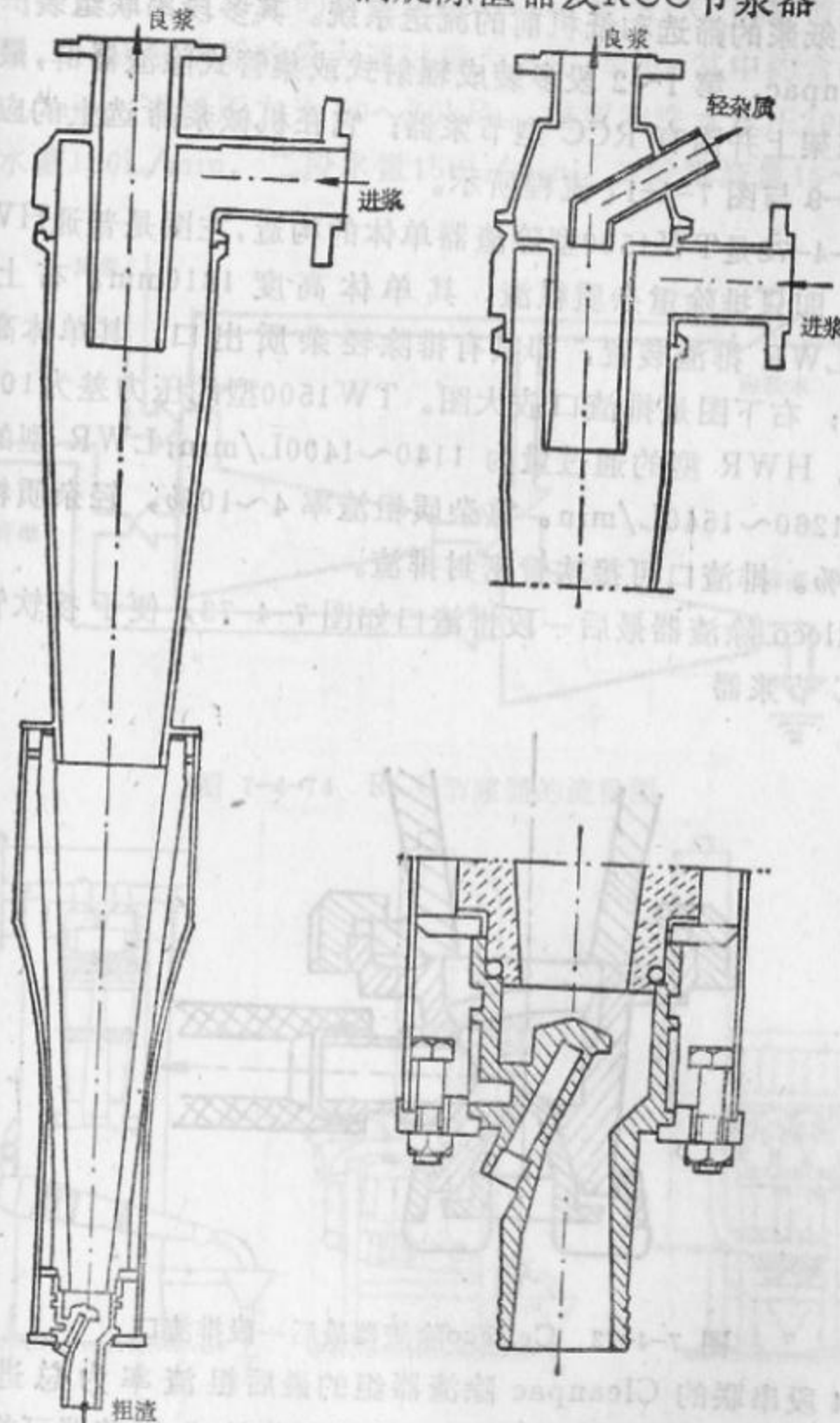


图 7-4-72 Celleco TW1500型涡旋除渣器

左图HWR型, 右上图LWR型, 右下图排渣口放大

瑞典 Celleco 公司制造的涡旋除渣器可分别用于机械浆、化学浆、废纸浆的筛选和纸机前的流送系统。其多段串联组装产品称为 Clenpac, 第 1~2 段多装成辐射式或集管式除渣器群, 最后一段装在架上并附有 RCC 型节浆器; 它在机械浆筛选上的应用如图 7-4-9 与图 7-4-17 流程所示。

图 7-4-72 是 TW1500 型除渣器单体的构造, 左图是普通 HWR 排渣口, 即只排除重杂质粗渣, 其单体高度 1810mm。右上图是配有 LWR 排渣装置, 即具有排除轻杂质出口, 其单体高度 1950mm; 右下图是排渣口放大图。TW1500 型的压力差为 100~150kPa, HWR 型的通过量为 1140~1400L/min; LWR 型的通过量为 1260~1540L/min。重杂质粗渣率 4~10%, 轻杂质粗渣率约 10%。排渣口可接软管密封排渣。

Celleco 除渣器最后一段排渣口如图 7-4-73, 便于接软管送进 RCC 节浆器

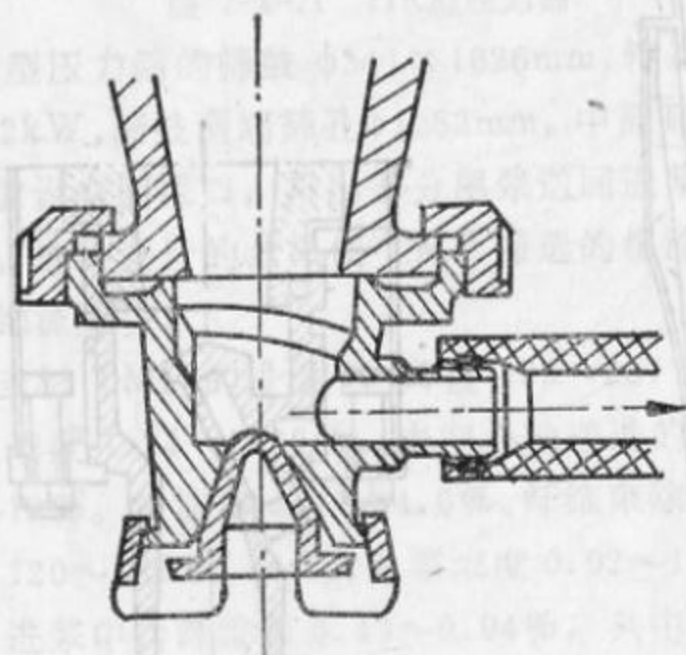


图 7-4-73 Celleco 除渣器最后一段排渣口

4 段串联的 Cleanpac 除渣器组的最后粗渣率为总进浆的 0.5%, 为回收粗渣中的好纤维, 装普通淘洗式节浆器可将粗渣率减至 0.2%; Celleco 公司配制的 RCC 节浆器 (产品名称 Fib-

ermizer) 可将粗渣率减至 0.05%, 最后排渣中几乎都是最短的纤维束, 甚至没有再磨的价值。图 7-4-74 是 RCC 两段节浆器的流程图。一段节浆器的最大通过量为 90L/min, 其中约含绝干粗渣 2kg/min, 进口压力为 50~70kPa; 需要淘洗水水压 200kPa, 一段水量 180L/min, 二段水量 150L/min; 二段排渣量 15~20L/min。

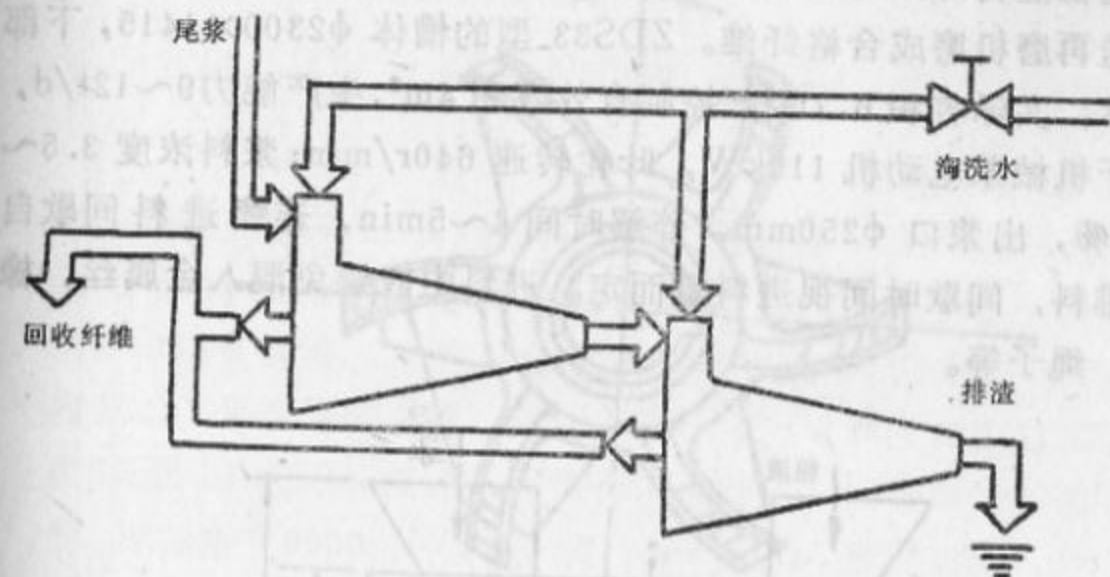


图 7-4-74 RCC 节浆器的流程图

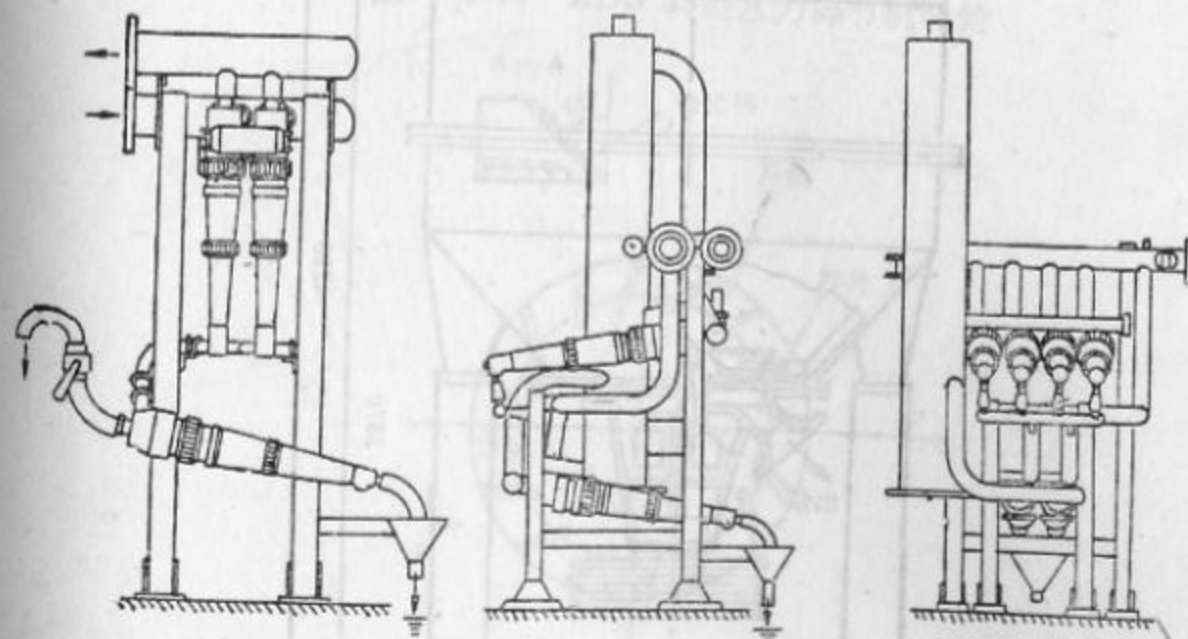


图 7-4-75 RCC 节浆器串联组装图



图 7-4-75 是 RCC 节浆器的组装图, 其中左图为单段节浆器, 其余为两段节浆器串联。

### (十) ZDS33型水力碎节机

ZDS33 型水力碎节机如图 7-4-76, 它用于机械浆与化学木浆筛选粗渣再碎, 可将木片粗节再碎成火柴杆形状, 然后经脱水浓缩送再磨机磨成合格纤维。ZDS33 型的槽体  $\phi 2300 \times 1415$ , 下部锥体, 实际容积  $6.7\text{m}^3$ , 控制有效容积  $4\text{m}^3$ , 生产能力  $9 \sim 12\text{t/d}$ , 用于机械浆电动机  $110\text{kW}$ , 叶轮转速  $640\text{r/min}$ ; 浆料浓度  $3.5 \sim 5.5\%$ , 出浆口  $\phi 250\text{mm}$ 。碎解时间  $4 \sim 5\text{min}$ , 连续进料间歇自控排料, 间歇时间视进料量而定。进料中应避免混入金属丝、橡胶、绳子等。

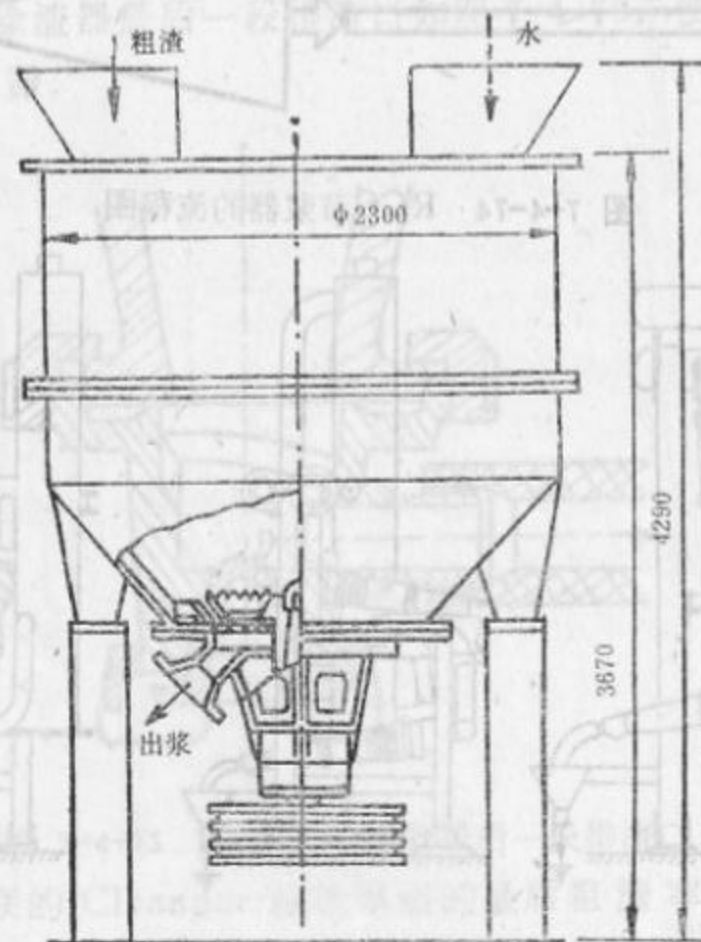


图 7-4-76 ZDS 33型水力碎节机

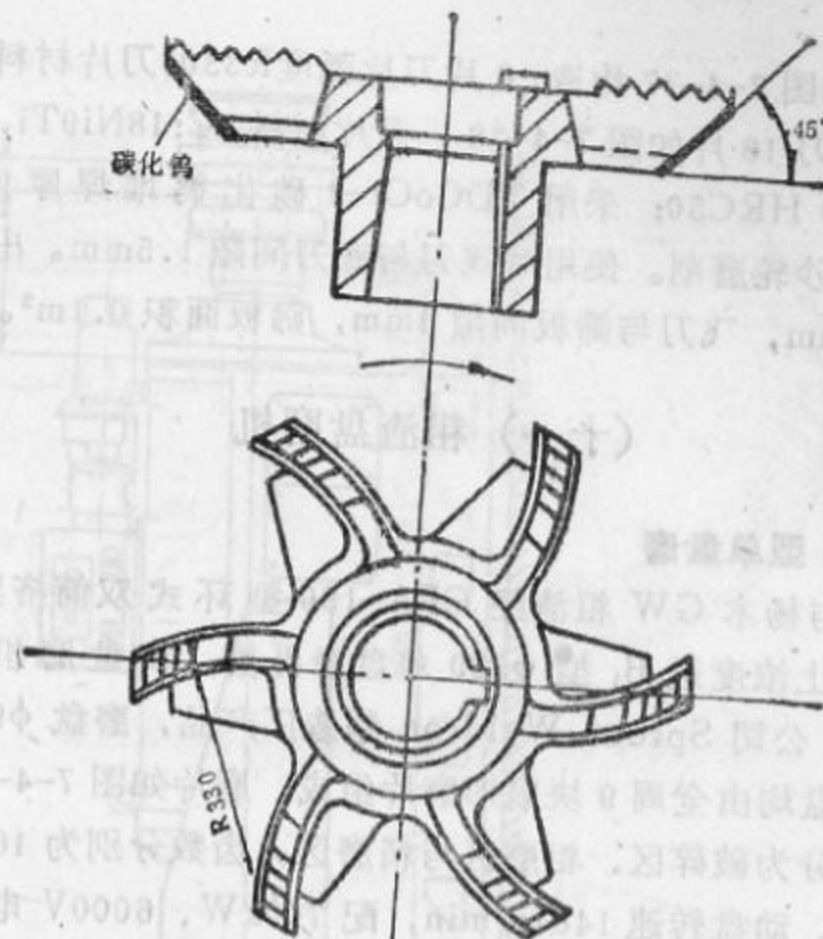


图 7-4-77 ZDS 33型水力碎节机叶轮

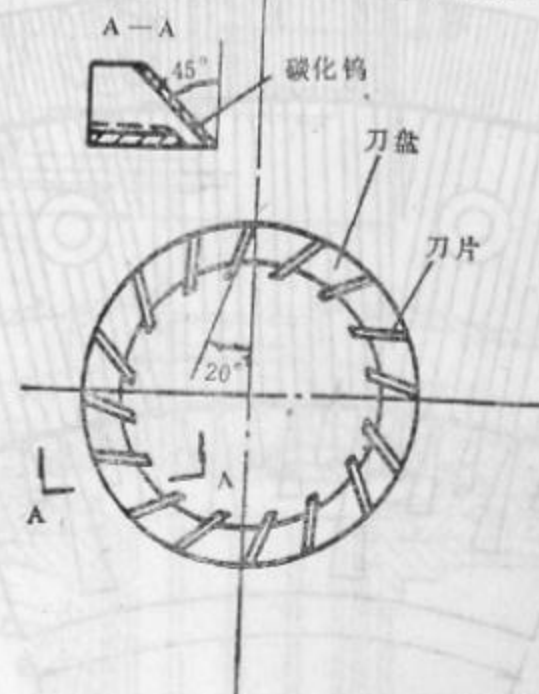


图 7-4-78 ZDS 33型水力碎节机底刀

叶轮如图 7-4-77 构造, 6 片刀片弧度 R330, 刀片材料 ZG1Cr18Ni9, 底刀 16 片如图 7-4-78, 刀片材料 1Cr18Ni9Ti, 要求表面硬度均为 HRC50; 采用 TDCoCr-1 碳化钨堆焊厚度 3.5~4mm, 后用砂轮磨削。使用时飞刀与底刀间隙 1.5mm。出浆筛孔直径  $\phi 20\text{mm}$ , 飞刀与筛板间隙 4mm, 筛板面积  $0.1\text{m}^2$ 。

## (十一) 粗渣盘磨机

### 1. B<sub>1</sub> 型单盘磨

白松与杨木 GW 粗渣经 CPA-150 型环式双筒挤浆机浓缩至 20% 以上浓度送 B<sub>1</sub> 型  $\phi 900$  单盘磨再磨, 该盘磨机是芬兰 Ahlström 公司 Sprout Waldron 制造厂产品, 磨盘  $\phi 900\text{mm}$ , 动盘与定盘均由全周 9 块扇形磨片组成。磨片如图 7-4-79, 从内圈到外圈分为破碎区、粗磨区与精磨区, 齿数分别为 16 齿、50 齿与 121 齿。动盘转速 1484r/min, 配 700kW、6000V 电动机。进料螺旋  $\phi 400 \times 950\text{mm}$ , 500r/min 双牙螺叶。

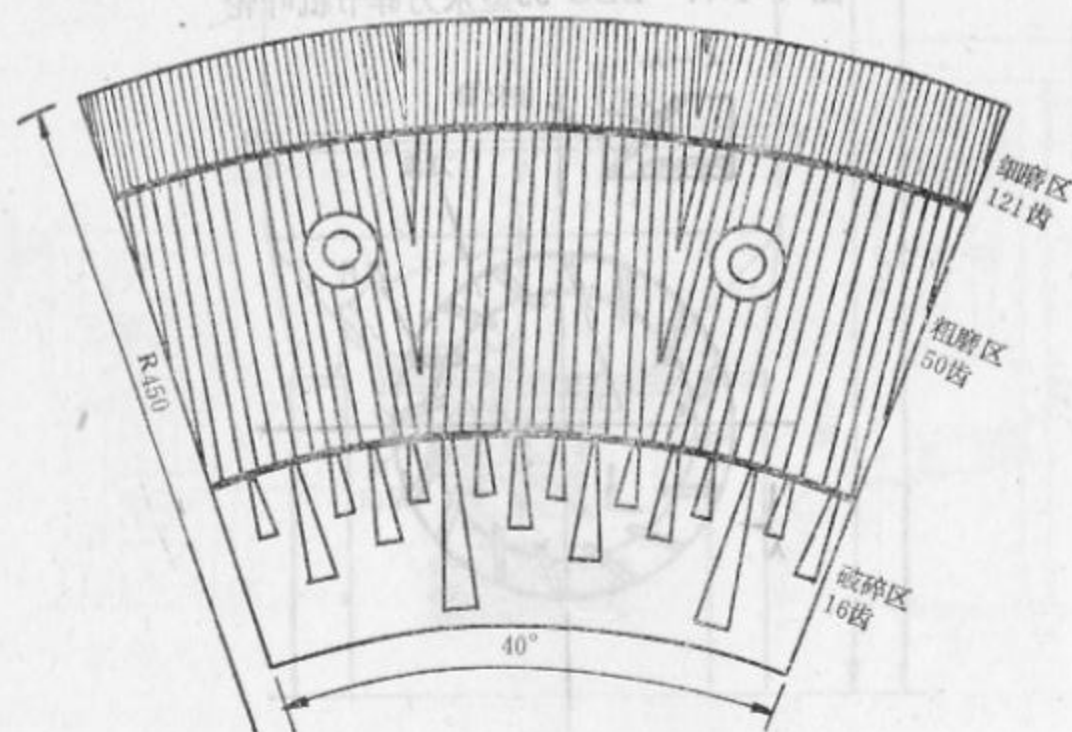


图 7-4-79 B<sub>1</sub> 型  $\phi 900\text{mm}$  粗渣盘磨机磨片齿形

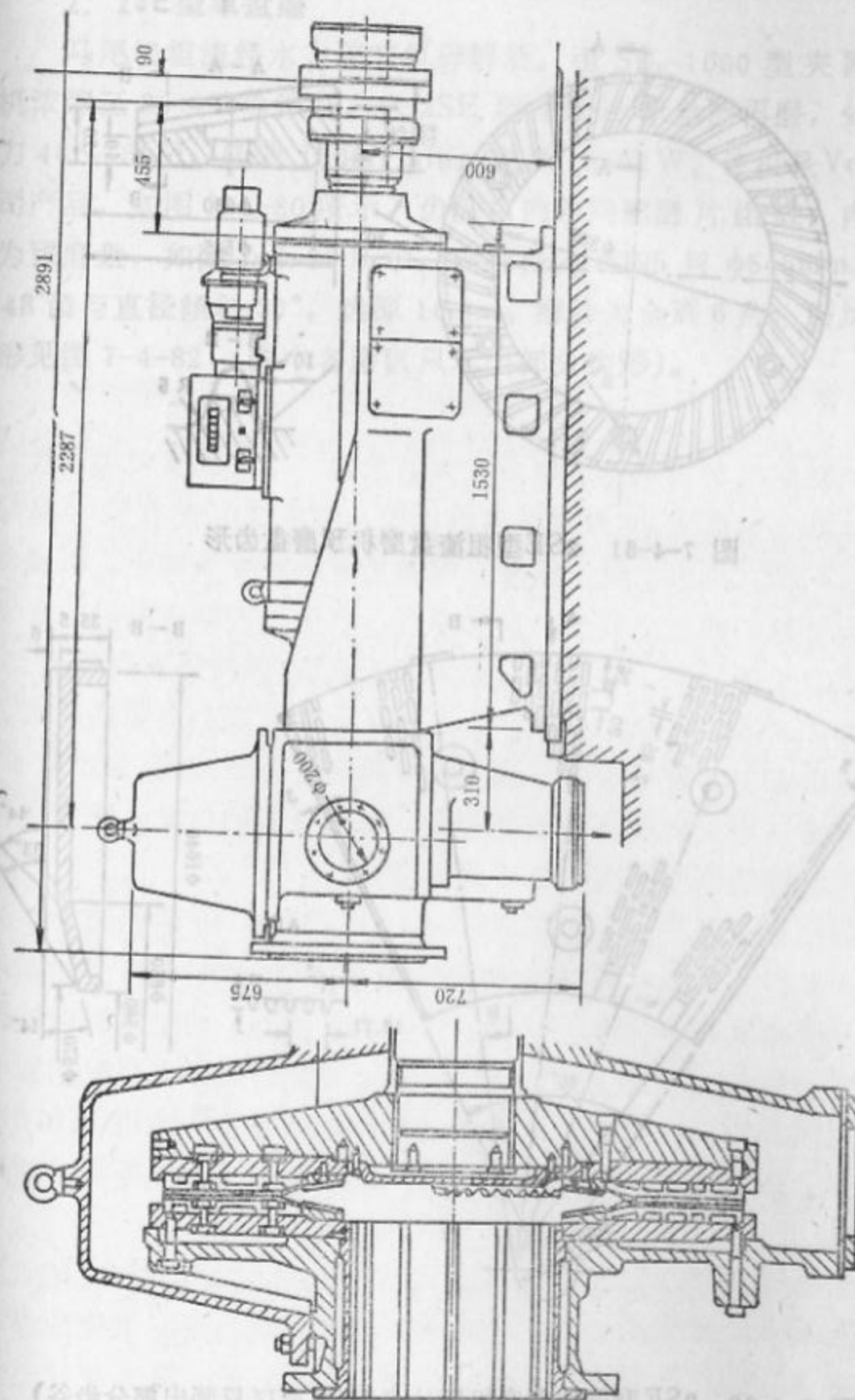


图 7-4-80 2SE 型单盘磨 (左边接进浆螺旋, 右边接电机)



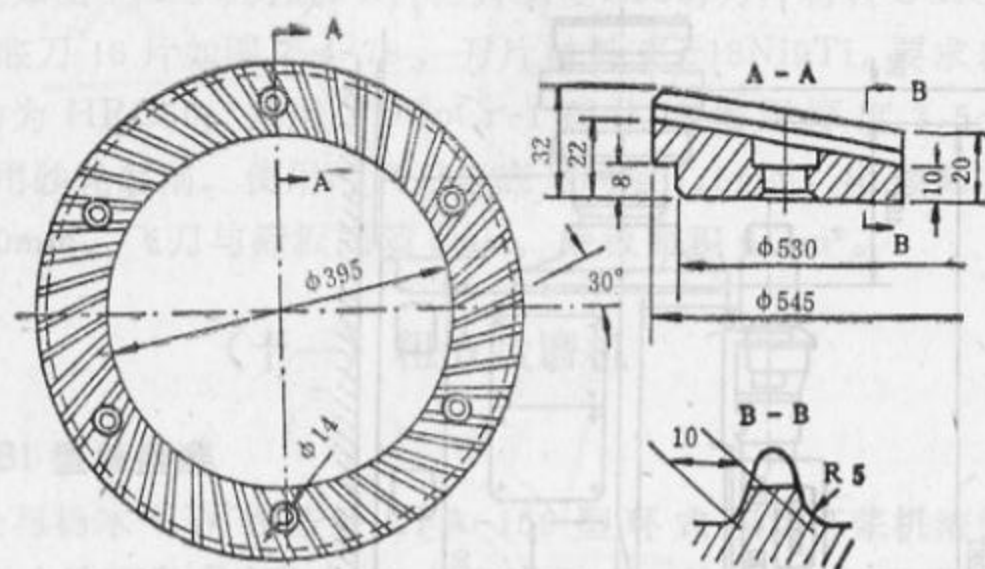


图 7-4-81 2SE型粗渣盘磨机预磨盘齿形

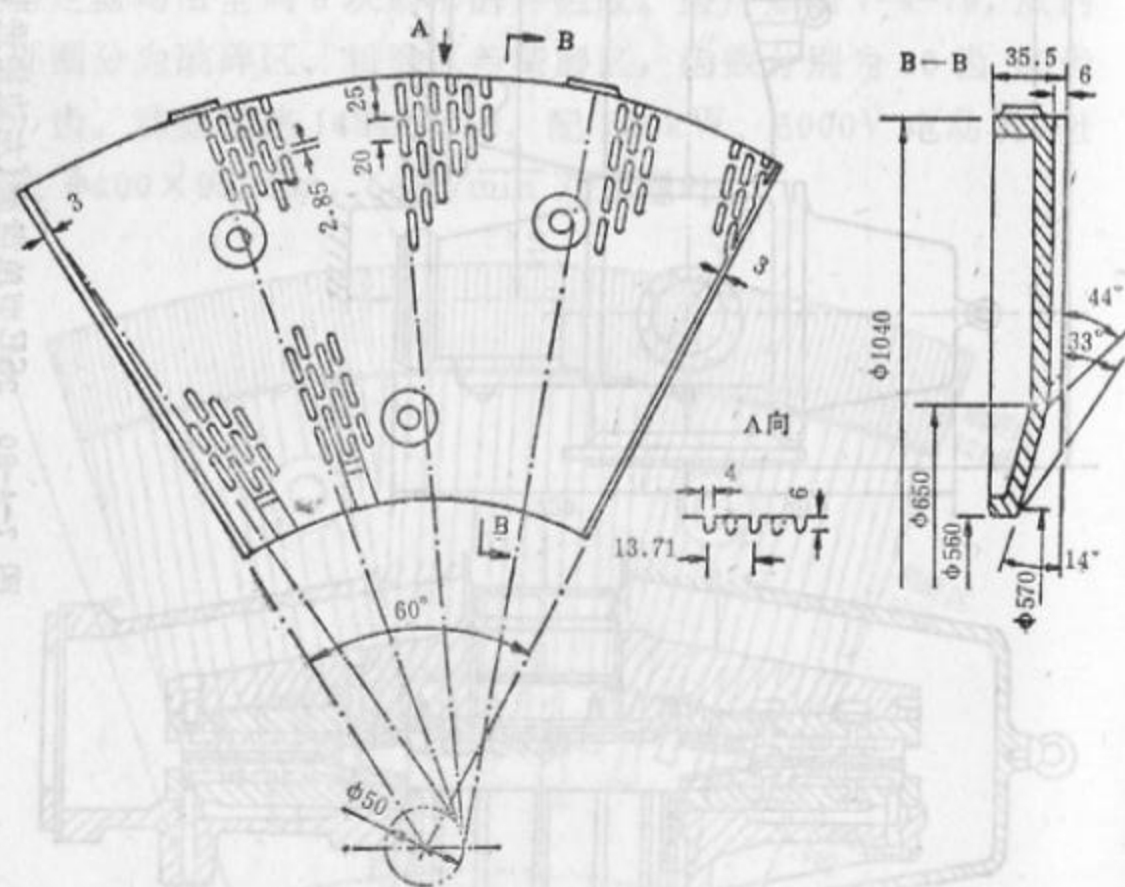


图 7-4-82 2SE型粗渣盘磨机磨片齿形(各磨区只画出部分齿谷)

## 2. 2SE型单盘磨

马尾松粗渣经水力碎节机破碎后,由SB<sub>1</sub>-1000型夹网浓缩机浓缩至20~30%浓度,送2SE型 $\phi 1050$ 单盘磨再磨,处理能力40~45t/d,转速1500r/min,电机1250kW。该机是Voith公司产品,如图7-4-80所示。齿盘由内外两圈磨片组成,内磨片为预磨盘,如图7-4-81所示,内外径为 $\phi 395$ 与 $\phi 545$ mm,全周48齿与直径倾斜30°,齿厚10mm。磨片为全周6片,磨片与齿形见图7-4-82(图中各磨区只示出部分齿形)。